

Kasvatustieteellisiä tutkimuksia, numero 79  
Helsinki Studies in Education, number 79

**Seppo Salmivirta**

## **Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä**

Esitetään Helsingin yliopiston kasvatustieteellisen tiedekunnan suostumuksella  
tarkastettavaksi etävaitöksenä keskiviikkona 17. kesäkuuta 2020 klo 12.

Helsinki 2020

**Esitarkastajat**

Professori Petri Nokelainen, Tampereen yliopisto

Dosentti Kari Sormunen, Itä-Suomen yliopisto

**Kustos**

Professori Jari Lavonen, Helsingin yliopisto

**Ohjaajat**

Professori Jari Lavonen, Helsingin yliopisto

Dosentti Minna Lakkala, Helsingin yliopisto

**Vastaväittäjä**

Professori Päivi Häkkinen, Jyväskylän yliopisto

Yliopistopaino Unigrafia, Helsinki

ISBN 978-951-51-6101-7 (nid.)

ISBN 978-951-51-6102-4 (PDF)

**Seppo Salmivirta**

## **Progressive Inquiry Learning as a Support for Science Education in a Mobile Learning Environment**

---

### **Abstract**

This dissertation explores the features of learning in the progressive inquiry learning environment supported by mobile technology devices while studying science. Developed e-learning environment is also examined. The study analyses knowledge from constructivist and social constructivist perspectives in the context of the learning environment that was under development.

The study was conducted as a design-based research (DBR) in collaboration with a sixth grade school class and the classroom teacher. Three iterative development cycles were carried out during the academic year 2012-2013 in real-world classroom settings. The research data consisted of interviews with student groups and the teacher and of a database stored in the e-learning environment including the structure of the e-learning environment, knowledge building online discussions and research reports from the student groups. The student interviews were conducted using the stimulated recall method (STR) in semi-structured group interviews after each development cycle. The e-learning environment used in the learning projects was used as a stimulus for the interviewees. The interview data was analysed by means of qualitative content analysis, both in theory-guiding and as emergent meanings. The online data was examined by content analysis methods. Both qualitative and quantitative analysis were used.

The results of the study show that the students' work in the specific learning environment shows characteristics of learning such as activity, intentionality, constructivism and reflection. At the same time, a set of generic skills called exploratory learning skills emerge. The learners' presentation of research questions and refinement questions, important to science education, can be improved by developing the context and utilising online discussion, according to the results. The results also show that the more learners' work involved exploratory learning skills, the more research questions they could solve in different ways.

The use of mobile technology has a positive connection with the learning features that have emerged in the research. The more the students perceived the benefits of mobile technology when studying, the more they expressed in the interview the features of meaningful learning. The speed and easiness of use of the mobile device support collaboration and conversation in a flexible learning environment. The results show that a rich learning environment can be built into the e-learning environment and that the online and face-to-face guidance of students

when studying is important. The results also demonstrate that learners need support and stimulation to use technology to support their studies. However, the experiences of students and teachers reveal that development efforts can significantly reduce the challenges of working in a mobile environment.

---

*Keywords:* progressive inquiry learning, mobile technology, mobile learning, e-learning environment, meaningful learning, science teaching

**Seppo Salmivirta**

## **Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä**

---

### **Tiivistelmä**

Väitöskirjassa tarkastellaan tutkivan oppimisen oppimisympäristössä esiintyviä oppimisen piirteitä ja kehitettyä mobiilin teknologian tukemaa oppimisympäristöä opiskeltaessa luonnontieteitä. Tutkimus tarkastelee tietoa konstruktivistisista ja sosiokonstruktivistisista lähtökohdista käsin, kehittämistyön kohteena olleen oppimisympäristön kontekstissa.

Tutkimus toteutettiin kehittämistutkimuksena yhteistyössä kuudesluokkalaisten koululuokan ja luokanopettajan kanssa. Kehittämistyön aikana lukuvuonna 2012-2013 toteutettiin kolme kehittämissykliä. Tutkimuksen aineisto koostui oppilasryhmien ja opettajan haastatteluista ja käytettyyn verkkoympäristöön tallentuneesta tietokanta-aineistosta: verkkoympäristön rakenteesta, verkkokeskusteluista ja oppilasryhmien tutkimusraporteista. Oppilashaastattelut toteutettiin virikkeitä antavalla stimulated recall -menetelmällä puolistrukturoituina ryhmähaastatteluina jokaisen kehittämissyklin jälkeen. Virikkeenä haastateltavien kanssa käytettiin oppimisprojektien verkkoympäristöä. Opettajaa haastateltiin puolistrukturoidun teemahaastattelun menetelmällä. Haastatteluaineisto analysoitiin kvalitatiivisen sisällönanalyysin keinoin sekä teoriaohjaavasti että aineistosta nousevina merkityksinä. Verkkoaineisto analysoitiin sisällön erittelyn ja sisällönanalyysin menetelmin. Verkkoaineiston analyysi jakautui sekä laadulliseen että määrälliseen analyysiin.

Tutkimustulokset osoittavat, että oppilaiden työskentelyssä tutkivan oppimisen mobiilissa oppimisympäristössä näkyy oppimisen ominaispiirteitä kuten aktiivisuus, intentionaalisuus, konstruktivisuus ja reflektointi. Samalla nousee esiin tutkivan oppimisen taidoiksi nimetty joukko geneerisiä taitoja. Luonnontieteiden opetukselle tärkeiden oppijoiden tekemien tutkimuskysymysten ja tarkentavien kysymysten esittämistä voidaan tutkimustulosten mukaan parantaa kontekstia kehittämällä ja verkkokeskustelua hyödyntämällä. Tuloksista ilmenee myös, että mitä enemmän oppijoiden työskentelyssä esiintyi tutkivan oppimisen taitoja, sitä useampia tutkimuskysymyksiä he pystyivät eri tavoin selvittämään.

Mobiilin teknologian käytöllä on positiivinen yhteys tutkimuksessa esiintyneisiin oppimisen piirteisiin. Mitä enemmän oppilaat kokivat mobiilin teknologian tuomia etuja opiskeluun, sitä enemmän he ilmaisivat haastattelussa merkityksellisen oppimisen piirteitä. Liikuteltavan laitteen nopeus ja kätevyys työsken-

telyssä tukevat yhteistoiminallisuutta ja keskustelun syntymistä joustavassa oppimisympäristössä. Tulokset osoittavat, että verkkoympäristöön voidaan rakentaa monipuolinen oppimista tukeva ympäristö. Oppilaiden verkko- ja lähiohjaaminen työskentelyn aikana on merkityksellistä. Tuloksista ilmenee, että oppijat tarvitsevat tukea ja virikkeitä teknologian hyödyntämisessä opiskelun tukena. Oppilaiden ja opettajan kokemukset kuitenkin osoittavat, että kehittämistoimien avulla voidaan merkittävästi vähentää mobiilin työskentelyn haasteita.

---

*Avainsanat:* tutkiva oppiminen, mobiili teknologia, mobiilioppiminen, verkkoympäristöt, mielekäs oppiminen, luonnontieteiden opetus

# Kiitokset

Kiinnostukseni tutkivan oppimisen menetelmää ja oppimisympäristöjen kehittämistä kohtaan heräsi toimiessani luokanopettajana peruskoulun ala-asteella. 1990-luvun puolivälissä kiinnostuin opettajana ensin yhteistoiminnallisesta oppimisesta osallistuessani professori David W. Johnsonin pitämään täydennyskoulutukseen Helsingissä. Professori Johnsonin kehittämä yhteistoiminnallisen oppimisen malli, co-operative learning, sopi menetelmänä hyvin vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteisiin, jossa oppiminen lähtökohtaisesti määriteltiin konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaisesti. Koulun tasolla opetussuunnitelmatyö muodostuikin erittäin mielekkääksi vaiheeksi.

Vuosikymmenen lopulla Kai Hakkarainen, Kirsti Lonka ja Lasse Lipponen kirjoittivat kirjan Tutkiva oppiminen –älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittämisen, jossa avattiin oppimisen (tutkivan oppimisen) ja tiedonrakentelun suhteita sekä koulun oppimiskäytänteitä. Samaan aikaan informaatioteknologian kehitys ja laitekannan lisääntyminen kouluissa tarjosivat välineitä yhteisöllisen tiedonrakenteluun nojaavien opetusmenetelmien kehittämiseen, mikä laajensi yhteisöllisen oppimisen ulottuvuuksia. Osallistuin oppilasryhmieni kanssa hankkeisiin, joissa kehitettiin yhteisöllisiä ja tutkivan oppimisen mukaisia opetusmenetelmiä ja verkkoympäristöjä. EU:n Information Society Technology –ohjelman tuemassa ITCOLE-hankkeessa (Innovative Technologies for Collaborative Learning and Knowledge Building, 2003) kehitettiin CSCL-ympäristöjä (Computer Supported Collaborative Learning) sekä pedagogisesta että teknologisesta näkökulmasta.

Vuosituhaten kolmannen vuosikymmenen alkaessa mobiilit laitteet ovat tulleet koulumaailmassakin tutummiksi. Tutkiva oppiminen tarjoaa varsinkin luonnontieteiden opetukselle sopivan, näille tieteenaloille tyypillisen lähestymistavan opiskelun tueksi. Kokemukseni tietokoneluokkaympäristössä toteutettavan tutkivan oppimisen projektien ohjaamisesta, kehittämisestä sekä opettajien kouluttajana antoivat minulle mielenkiintoisen ja monipuolisen pohjan ryhtyä tutkimaan mobiilin teknologian tukeman tutkivan oppimisen mukaista oppimista luonnontieteiden opetuksessa.

Ilmaisin kiinnostukseni tutkimuksen tekemisestä dosentti Minna Lakkalalle loppuvuodesta 2011. Olin saanut tutustua Minnaan ja tehdä yhteistyötä hänen kanssaan mainitussa EU:n Itcole- ja Fictup- ja Kenguru-hankkeissa. Tästä vain viikon päästä tapasimme yhdessä professori Jari Lavosen kanssa tutkimussuunnitelmani ideoinnin merkeissä. Muutaman viikon kuluttua esittelin tutkimussuunnitelmani ensimmäistä versiota seminaariryhmässä.

Erityiskiitokset kuuluvat ohjaajilleni Jari Lavoselle ja Minna Lakkalalle. Minnan uupumaton, tarkkanäköinen ja innostava ohjaus oli työni aikana erittäin merkittävää. Tutkimukseni eteni työn ohessa, lukuun ottamatta yhtä puolen vuoden työsuhdetta yliopistolla. Minna piti yhteyttä ja tapasimme säännöllisesti työskentelyvaiheiden aikana. Tämä oli korvaamattoman arvokasta.

Jari ohjasi minua osallistumaan kansainvälisiin ja kansallisiin tutkijaseminaareihin. Seminaareihin valmistautuminen edisti omaa tutkimustyötäni. Seminaarien tutkijatapaukset puolestaan avasivat näkemyksiä tutkimuksen kentältä ja olivat erittäin inspiroivia oman työni edistämiseksi. Jarin asiantuntemus ja tutkimusalan tuntemus on merkittävää. Ohjaajiltani saama palaute otti aina taitavasti huomioon aikeeni eri tutkimusvaiheissa tai sen raportoinnissa. Olen äärimmäisen kiitollinen ohjaajilleni.

Professori Auli Toom antoi tärkeän panoksensa keskusteluissa tutkimukseni tiedonkeruusuunnitelman lähestymistavasta. Aulin tietämys Stimulated Recall-haastatteluilta rohkaisi minua käyttämään menetelmää lasten haastatteluiden toteutuksissa.

Apulaisprofessori Kalle Juuti ansaitsee kiitokset Design Based Research -tutkimukseen liittyvistä keskusteluista. Kallen asiantunteva palaute seminaareissa kehittämistutkimuksestani auttoi minua suuresti hahmottamaan tutkimuksen kulua ja sen filosofista taustaa.

Yliopiston opetusteknologiapalvelujen koordinaattori Mikael Kivelä auttoi minua suuresti Atlas.fi-ohjelmaan liittyneissä käytännön pulmissa. Koko korpusaineisto oli ohjelmasta kadonnut, mutta hän sai litteroinnit palautetuksi. Mikael antoi myös vinkkejä ohjelman käytöstä analyysin tekemisessä. Esitän hänelle suuret kiitokset pyyteettömästä avusta matkan varrella.

Kiitokset käsikirjoitukseni esitarkastajille professori Petri Nokelaiselle ja dosentti Kari Sormuselle tarkasta ja rakentavasta palautteesta. Pääsin tarkastelemaan työtäni osin uusista näkökulmista. Olen pyrkinyt huomioimaan arvokkaat kommentit tekstissäni. Lämmin kiitos vastaväittäjäksi lupautuneelle professori Päivi Häkkiselle.

Haluan myös lausua suuret kiitokset vanhemmilleni, hiljan edesmenneille äidilleni ja isälleni. Olemme veljeni kanssa saaneet kasvatuksen, joka antoi uskoa tarttua mahdollisuuksiin, ja toisaalta katsoa asioita realistisesti. Te ette ehtineet saada tätä kirjaa käsiinne, mutta muistot keskusteluistamme eivät katoa.

Perhe on minulle tärkeintä maailmassa. Lastemme Mikaelin, Samuelin ja Erikan kannustavat lauseet ovat auttaneet työssäni. Väitöskirjatyöni aikana kukin teistä löysi oman tiensä yliopisto-opintoihin. Opintojanne yliopistoissa on ollut mielenkiintoista seurata, olemmehan olleet samaan aikaan yliopisto-opiskelijoita. Toisaalta nuoruutenne into ja elämänvaiheet ovat olleet muistutus muusta elämästä tutkimuksen ulkopuolella. Olen ylpeä teistä.

Erityisin, suurin ja rakkain kiitokseni kuuluu vaimolleni Ninalle siitä kärsivällisyydestä, myötäelämisestä ja ajasta, joita hän soi minulle monivuotisen opiskelu-



ja tutkimustyöni aikana. Henkinen tukesi ja kiinnostuksesi tutkimustani kohtaan olivat korvaamattoman arvokkaita. Ajatusten vaihto kanssasi on ollut aina kiehtovaa Hämeenlinnan opettajankoulutuslaitoksella alkaneen yli kolmekymmenvuotisen yhteisen matkan aikana. Kiitos.

Helsinki 30.4.2020

Seppo Salmivirta



# Sisältö

KIITOKSET .....	7
1 JOHDANTO .....	15
1.1 Tutkimuksen lähtökohdat .....	15
1.2 Tutkiva oppiminen ja laaja-alainen taitojen kehittyminen .....	18
1.3 Kehittävä tutkimusote kouluympäristössä.....	21
2 TEORIATAUSTA .....	24
2.1 Konstruktivistinen tietokäsitys .....	24
2.2 Konstruktivistinen, sosiokonstruktivistinen ja sosiokulttuurinen oppimisen näkemys .....	24
2.3 Mielekäs oppiminen .....	27
2.4 Tutkiva oppiminen .....	32
2.5 Tieto- ja viestintäteknologian tukema mobiili oppimisympäristö.....	41
2.6 Tutkiva ote ja tutkiva oppiminen luonnontieteiden opetuksessa.....	46
3 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	52
4 TUTKIMUSMENETELMÄT .....	54
4.1 Tutkimuksen tieteenfilosofiset lähtökohdat .....	54
4.2 Tutkimuksen yleiskuvaus .....	57
4.2.1 Tutkimuksen rakenne .....	57
4.2.2 Tutkimuksen teknologinen toteuttamisympäristö .....	58
4.2.3 Opettajan ja oppilasryhmän roolit tutkimuksessa .....	62
4.2.4 Tutkimuspäiväkirja.....	65
4.2.5 Oppituntivideot.....	65
4.3 Kehittämissykli .....	66
4.3.1 Esitutkimussykli .....	66
4.3.2 Ensimmäinen kehittämissykli .....	69
4.3.3 Toinen kehittämissykli .....	80
4.4 Aineiston keruumenetelmät.....	85
4.4.1 Verkkoaineisto .....	86

4.4.2 Oppilashaastattelut.....	88
4.4.3 Opettajahaastattelut .....	92
4.5 Aineiston analyysimenetelmät.....	95
4.5.1 Aineiston hyödyntäminen kehittämistehtäviin ja tutkimuskysymyksiin vastaamisessa.....	96
4.5.2 Verkkoaineiston analyysi .....	99
4.5.3 Oppilashaastatteluiden analyysi.....	100
4.5.4 Opettajahaastattelun analyysi .....	105
4.5.5 Vertailevat analyysit aineistosta .....	110
5 TULOKSET .....	111
5.1 Esitutkimuksen analyysin tulokset .....	111
5.1.1 Verkkoaineiston analyysin tulokset.....	111
5.1.2 Oppilashaastattelun analyysin tulokset.....	114
5.1.3 Esitutkimussyklin analyysin tulosten vaikutus ensimmäiseen kehittämissykliin.....	118
5.2 Ensimmäisen kehittämissyklin analyysin tulokset .....	123
5.2.1 Verkkoaineiston analyysin tulokset.....	123
5.2.2 Oppilashaastatteluiden analyysin tulokset.....	128
5.2.3 Opettajahaastattelun analyysin tulokset.....	134
5.2.4 Kehittämisaalueet - ensimmäisen kehittämissyklin analyysin tulosten yhteenveto ja vaikutus seuraavan syklin suunnitteluun.....	137
5.3 Toisen kehittämissyklin analyysin tulokset.....	141
5.3.1 Verkkoaineiston analyysin tulokset.....	141
5.3.2 Oppilashaastatteluiden analyysin tulokset.....	144
5.3.3 Opettajahaastattelun analyysin tulokset.....	152
5.3.4 Kehittämisaalueet - toisen kehittämissyklin analyysin tulosten yhteenveto.....	156
5.4 Kehittämissykliden tulosten vertailua .....	159
5.4.1 Vertailevan analyysin tulokset.....	159
5.4.2 Oppimisen piirteiden ja tutkivan oppimisen taitojen yhteisesiintymisen analyysin tulokset tutkivan oppimisen kontekstissa ..	164
6 TUTKIMUKSEN TULOSTEN TARKASTELU .....	167

6.1 Oppimisen piirteet oppilaiden kokemana opiskeltaessa luonnontieteitä mobiilissa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä (ensimmäinen tutkimuskysymys) .....	167
6.2 Luonnontieteellisten työtapojen edistämisen pedagogiikka mobiilissa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä (toinen tutkimuskysymys).....	171
7 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS .....	176
8 POHDINTA.....	182
8.1 Teoreettiset johtopäätökset.....	182
8.2 Metodologiset johtopäätökset .....	184
8.3 Käytännölliset johtopäätökset .....	185
LÄHTEET .....	188
LIITTEET .....	205



# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen lähtökohdat

Tutkimuksen lähtökohtana ovat aikaisemmat tutkimustulokset siitä, että tieto- ja viestintäteknologian (tvt) käyttö opetuksessa ja oppimisessa ei ole ollut luontevaa ja koulun tavoitteiden saavuttamista tukevaa toimintaa (OECD, 2004; 2006; Lavonen, Juuti, Aksela & Meisalo, 2006; Hayes, 2007; Lemke, Coughlin ja Reifsneider 2009; European commission: Survey of Schools, 2013; OECD, 2014; Virtanen ym. 2019). Euroopan komission Liegen yliopistolta ja European Schoolnet-verkostolta tilaamassa laajassa tutkimuksessa tieto- ja viestintäteknologian käytöstä Euroopan kouluissa (Survey of Schools: ICT in Education, 2013) ilmenee, että koulutuspolitiikan tekijät ja tutkijat kritisoivat opetusmenetelmiä liian opettaja-johtoisiksi ja oppijoita vähän aktivoiviksi. OECD:n TALIS-tutkimuksesta 2014 paljastui, että vain kaksi kymmenestä suomalaisesta luokanopettajasta käytti tieto- ja viestintäteknologiaa projekti- ja luokkatyöskentelyssä, vähiten kuuden tutkitun maan joukossa. Tanhua-Piironen ym. (2019) osoittivat Valtioneuvoston Digiajan peruskoulu -selvityksen loppuraportissa, että opettajien digitaaliset taidot kehittyivät merkittävästi vuosien 2017 ja 2018 tarkastelujaksolla. On kuitenkin huomioarvoista, että hallinta painottuu nuorempiin opettajaikäluokkiin. Opettajien digitaalinen osaaminen on yhteydessä palveluiden ja ohjelmistojen käytön aktiivisuuteen. Hatlevik ja Hatlevik (2018) totesivat, että opettajien tvk-käytön osaamisen minäpystyvyys on välttämätöntä tvk-opetuskäytön toteuttamiseksi. Oppilaiden digitaalisessa osaamisessa sen sijaan ei ole tapahtunut muutoksia tarkasteluvuosien välillä, ja osaamisen kehittämiseen ja oppilaiden aktiivisuuteen kannustamiseen on syytä paneutua tulevaisuudessa.

Tieto- ja viestintäteknologian käytön tutkimukset ovat osoittaneet, että yhdistettynä mielekkääseen tehtävään teknologian käyttö voi edistää oppimista. Esimerkiksi Hakkaraisen tutkimuksen (2003b) tulokset paljastavat, että 10-11 -vuotiaat lapset pystyivät tuottamaan mielekkäitä selityksiä biologian ilmiöistä ja yllittämään omat intuitiiviset selityksensä kohti tieteellistä selitystä. E-Nordic 2006 tutkimus (Opetushallitus, 2006) osoitti, että tieto- ja viestintäteknologian käytöllä on myönteisiä vaikutuksia oppimiseen ja oppimistulosten paranemiseen. Dengin, Wangin, Chenin, Xien ja Chenin (2019) tutkimuksessa havaittiin positiivisia tuloksia oppilaiden oppimisessa ja suhtautumisessa tutkivaan oppimiseen fysiikan opetuksessa. Tulokset viittaavat verkkoympäristöjen digitaalisiin työkaluihin, jotka mahdollistavat aktiivisen vuorovaikutuksen opiskelun tukena.

Edellä kuvattuihin ongelmiin on yritetty etsiä ratkaisuja kirjoittamalla kansallisia strategioita, organisoimalla kehittämis- ja täydennyskoulutushankkeita sekä rahoittamalla koulujen tieto- ja viestintäteknologian alan hankintoja. Näillä toi-

milla on ollut varsin vähäinen yhteys tvt:n luontevan ja oppimista sekä vuorovaikutusta rikastuttavan käytön lisääntymiseen. Nykyiset käytännöt eivät ole riittäviä, vaikka digitaalisuuden korostaminen ei ole Tanhua-Piironen ym. (2019) mukaan itsetarkoitus perusopetusta kehitettäessä. Hatlevik ja Hatlevik (2018) kuitenkin huomauttavat, että yleinen teknologian käytön minäpystyvyys on välttämättömyyttä kehitettäessä tvt:n käytön minäpystyvyyttä opetuksen ja koulutuksen piirissä. Lakkala (2010) totesi, että päättäjien tulisi olla tietoisia heikosta tvt:n käytön tilasta ja luoda käytäntöjä, jotka tukevat kouluja ja opettajia muuttamaan pedagogisia käytäntöjään kohti sosiaalisesti ja kulttuurisesti relevantteja teknologian tukemia oppimis- ja tietokäytäntöjä.

Tietokäytännöillä viitataan Hakkaraisen (2009) esittämään käsitteeseen *knowledge practice*, joka tarkoittaa henkilökohtaisia ja sosiaalisia käytäntöjä. Nämä käytännöt liittyvät yhteisön työskentelyyn tietämyksen ja sen luomisen parissa, erityisesti käytettäessä teknologiaa, joka mahdollistaa näkyvyyden, pohdinnan ja oppijoiden ajatusten kokoamisen. Käytännön työskentelyssä oppijat laativat usein yhdessä konkreettisen tuotoksen, artefaktin, jota työistetään tietokäytäntöjen avulla. Krajcik ja Shin (2015) totesivat, että koulussa opetetaan usein pintapuolista tietoa integroidun tietämyksen sijasta. Integroitu tietämys antaisi opiskelijoille mahdollisuuden hyödyntää oppimaansa ongelmien ratkaisemisessa, päätösten tekemisessä ja uusien asioiden oppimisessa. Tieto- ja viestintäteknologian opetuskäytön hidas kehitys on tutkimuksen ensimmäinen lähtökohta, jonka tarkoituksena on kehittää ratkaisuja ja edistää tvt:n mielekästä opetuskäyttöä ja teknologian tukemia oppimis- ja tietokäytäntöjä.

Toisena lähtökohtana tutkimuksessa on oppimisen näkökulma käytettäessä tieto- ja viestintäteknologiaa tutkivassa oppimisessa. David Ausubel (1968) kehitti mielekkään (merkityksellisen) oppimisen teoriaa, jossa oppijan aktiivisuus, vuorovaikutus tiedon kanssa, ymmärtäminen ja oman oppimisen pohtiminen eli reflektio ovat oleellisissa osissa (Nevgi & Lindblom-Ylänne, 2009). Mielekkyydellä viitataan siihen, että opiskelussa oppijoita aktivoidaan tunnistamaan omia aikaisempia käsityksiään opiskeltavista asioista ja opiskelemaan niin, että uudet käsitteet kytkeytyvät näihin aikaisempiin tietoihin. Jonassen (1999) korostaa mielekkäässä oppimisessa sitä, että pelkkä oppijan aktiivisuus ei riitä, vaan tarvitaan ongelmakeskeisyyttä ja reflektointia edistämään oppimista. Ausubelin ajatukset ovat relevantteja myös tänä päivänä. Esimerkiksi oppimistutkimuksessa (*learning science research*) korostetaan oppijan aktiivista roolia tiedon rakentelussa. De Corten (2000) tutkimus oppimista luonnehtivista tekijöistä sisälsi ajatukset oppimisen rakentuvasta ja kumulatiivisesta luonteesta, yhteistyöstä, oppijan itsesäätelyn piirteistä ja tavoitteellisuudesta sekä yhteisöllisen tiedonrakentamisen merkityksestä oppimiselle. De Corte (2000) totesi, että näiden periaatteiden vieminen luokkaympäristöön vaatii perusteellisia muutoksia opettajien ajattelussa ja koulutuksessa, mikä ei sittemmin ole osoittautunut helpoksi tehtäväksi. Linin ja Chanin (2018)



tieto- ja viestintäteknologian tukeman tiedonrakentamisen keskustelua ja epistemologiaa koskevassa tutkimuksessa tiedonrakentamiseen ohjatut oppijat suoriutuivat paremmin kuin vertailuryhmän oppijat. Lin ja Chan (2018) totesivat, että oppijoiden pohdinnan ymmärtäminen ennusti tieteellisen epistemologian osaaamista.

Lipponen ja Hakkarainen (1997) esittivät, että opettajat ja oppijat tarvitsevat paljon tukea tutkivan oppimisen käytäntöjen edistämiseksi tietokoneavusteisessa yhteisöllisessä oppimisessa (Computer Supported Collaborative Learning, CSCL). Alharbi, Rukshan ja Chiong (2018) totesivat, että tietokoneavusteisessa yhteisöllisessä oppimisessa ryhmätyö on ollut ensisijainen haaste. Koska vapaan yhteistyön toteuttaminen on osoittautunut tietokoneympäristössä haasteelliseksi, on yhteistyön ja vuorovaikutuksen tukemiseksi kehitetty (esim. Dillenbourg & Hong, 2008; Dillenbourg, 2013) pedagogisen ohjeistuksen tapoja. Jonassen, Howland, Marra ja Crismond (2008) painottivat, että teknologian käyttö mielekkään oppimisen näkökulmasta tarkoittaa teknologian käyttöä ajattelun ja oppimisen edistäjänä. Useat tutkijat esim. Ruokamo ja Pohjalainen (1999), Jonassen (2002), Hakkarainen (2003a), Nevgi ja Tirri (2003), Löfström, Kanerva, Tuuttila, Lehtinen ja Nevgi (2010) ja Winter (2018) ovat korostaneet yhteisöllisyyttä, vuorovaikutuksen roolia sekä tilannesidonnaisuutta oppimisen mielekkyyteen vaikuttavina tekijöinä. Lin ja Chan (2018) totesivat, että ottamalla oppijat mukaan tietokoneilla tuettuun tiedon rakentamiseen ja reflektointiin, on mahdollista auttaa oppijoita kehittämään käsityksiä tieteestä.

Elämme sosiokulttuurisessa maailmassa, jossa käytämme oppimisen apuna kulttuurillisia välineitä. Niiden käyttöä on tärkeä tutkia aidossa ympäristössä mielekkäällä ja oppimista tukevalla tavalla. Winter (2018) huomautti, että opettajan on autettava oppimista esittämällä kysymyksiä, jotka edistävät oppijoiden keskustelua ja vaativat heitä pohtimaan ymmärrystään. Lonka (2018) totesi, että mielekkäässä ja korkealaatuisessa oppimisessa ihmiset käyttävät oppimisensa hyväksi luontaista uteliaisuuttaan. Oppijoiden on mahdollista ylittää henkilökohtaiset ajatukset intensiivisessä ryhmätyössä. Tiedon rakentaminen on lähtökohdiltaan arkipäivän havainnoista nousevaa ihmettelemistä, jolloin tutkimiselle on oltava tilaa myös formaalin oppimisen lomassa.

Tutkimuksen kolmas lähtökohta on tutkia ja kehittää tutkivan oppimisen mukaista mobiilin teknologian tukemaa oppimisympäristöä, joka vastaa tieto- ja viestintäteknologian hyödyntämisessä syntyneisiin, tutkimuksesta ja yhteiskunnasta nouseviin haasteisiin. Tanhua-Piironen ym. (2019) esittivät, että kehitettävää löytyy edelleen muun muassa digitaalisten verkko- ja oppimisympäristöjen laadun säännöllisessä arvioinnissa. Useat oppimisen tutkijat (Scardamalia & Bereiter, 2003; Hargreaves, 2003; Hakkarainen, Lonka & Lipponen, 2004; Lakkala, 2010; Voogt & Pareja Roblin, 2010) ovat painottaneet, että koulussa tulisi tavoitella niiden taitojen kehittämistä, jotka edesauttavat yhteistyötaitojen ja elinikäisen oppimisen kehittymistä.

Nykyinen digitalisoitunut yhteiskunta käsitetään laajasti oppimisen yhteiskunnaksi, jossa työntekijöiltä vaaditaan ajattelu- ja yhteistyötaitoja, kykyä oppia uutta ja taitoa innovatiiviseen ajatteluun. Työelämä on muutoksessa katoavien ja toisaalta uusien, syntyvien työtehtävien vuoksi. Alati muuttuvassa työelämässä tarvitaan täten myös uusia taitoja. Yksi yhteiskunnasta nouseva haaste on Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmän raporttiin kirjattu tavoite nostaa Suomi tiedekasvatuksessa maailman kärkeen vuoteen 2020 mennessä (Opetus- ja kulttuuriministeriö, 2014). Raportissa tarkasteltiin suomalaisen tiedekasvatuksen kenttää ja tehtiin ehdotuksia lasten ja nuorten tiedekasvatuksen kehittämiseksi. Ehdotusten tavoite on lisätä lasten ja nuorten kiinnostusta tieteeseen ja tutkimiseen. Työryhmä määritteli tiedekasvatuksen siten, että se on tiedeosaamisen vahvistamista. Se sisältää kaikki tieteenalat ja sillä tuetaan elinikäisen oppimisen taitoja tavoitteita. De Corte (2000) korosti, että teorian ja käytännön toteutuksella on oltava läheinen suhde ja vuorovaikutus tutkimuksessa. Tutkimustuloksiin perustuvia käytäntöjä on voitava toteuttaa opetuksessa. Tämä tutkimus pyrkii vastaamaan kehittämistutkimuksen keinoin tähän haasteeseen.

Toikkanen (2012) totesi, että teknologinen kehitys ja oppimisympäristön muutos johtavat yhä enemmän tietotekniikan mobiilikäytön lisääntymiseen ja se on tulevaisuudessa tiedonhaun ja kulutuksen pääasiallinen muoto. Mobiili oppimisympäristö tarkoittaa liikuteltavia langattomia sähköisen teknologian päätelaitteita ja tietoyhteyksiä sekä kokonaisvaltaisesti oppimisympäristökäsitteen huomioivaa sekä hyödyntävää ympäristöä, joka mahdollistaa uusia opiskelukäytäntöjä. Mobiili oppimisympäristö tutkivan oppimisen pedagogisena lähestymistapana edustaa tavoitteiltaan mainittuja innovatiivisia kehittämiskohteita. Tutkimukseni kohde on mobiilissa oppimisympäristössä tapahtuva luonnontiedon oppiminen, joka on rakennettu Hakkaraisen, Longan ja Lipposen (1999 ja 2004) esittämän tutkivan oppimisen pedagogisten periaatteiden varaan. Tämä spesifi kehitetty asetelma ja oppimisympäristö ovat kehittämisen ja tutkimuksen kohde, josta saadaan kontekstisidonnaista tieteellistä tietoa pedagogisiin tarpeisiin.

## **1.2 Tutkiva oppiminen ja laaja-alaisten taitojen kehittyminen**

Tutkiva oppiminen (Hakkarainen ym., 2004) tarjoaa pedagogisen mallin, jonka avulla voidaan kehittää tapoja ja taitoja käsitellä tietoa ongelmalähtöisesti, kriittisesti ja yhteisöllisesti. Tutkivan oppimisen työtapana jäljittelee asiantuntijaorganisaatioiden tutkimus- ja toimintatapoja, kuten tiedeyhteisöissä tapahtuvaa tutkimusta. Siinä tavoitellaan yhteisöllistä tutkimusprosessia, joka tähtää ymmärtämiseen ja oppijoille uuden merkityksellisen tiedon luomiseen. Tutkivan oppimisen avulla ei opetella jotain aikaisemmin kehitettyä teoriaa ulkoa, vaan omien tutkimuskysymysten ja tiedonrakentamisen kautta lähestytään oppijalle uutta tietoa, joka on jo mahdollisesti olemassa. Pinedan (2019) tutkimus osoitti, että tutkivan oppimisen työtapana parantaa tehokkaasti oppijoiden tiedonrakentamisen käytäntöjä

kemian opetuksessa. Tutkivan oppimisen työtapaa mahdollisti oppijoiden olemassa olevan tiedon ja uusien ideoiden jakamisen oppimisyhteisössä oman tutkimusongelman vastauksen kehittämiseksi ja laajentamiseksi.

Longan (2015) mukaan tutkivaan oppimiseen liittyy usein joku tuotos, artefakti, joka voi olla esimerkiksi raportti, käsitekartta, konkreettinen malli tai video. Työskennellessään artefaktin parissa oppijat harjoittavat henkilökohtaisia ja sosiaalisia käytäntöjä, jotka liittyvät tiedon luomiseen. He rakentavat merkityksellistä tietoa vuorovaikutuksessa toistensa kanssa ja pyrkivät ymmärtämään käsittelemäänsä ilmiötä. Krajcik ja Czerniak (2014) esittivät tuotoksien parissa työskenteilyn eduiksi, että tuotokset osoittavat mitä oppilaat ovat oppineet. Niitä voidaan käyttää arvioitaessa oppilaiden ymmärrystä tieteestä. Krajcik ja Czerniak (2014) totesivat artefaktien olevan todellisia ja motivoivia. Tuotoksilla on rooli oppijoiden ymmärryksen ja sen esittämisen kehittymisessä. Niiden avulla oppijat voivat esittää, mitä he ovat oppineet tutkimuksen aikana ja sen avulla. Oppijat rakentavat omaa tietämystään vertailemalla muiden oppijoiden tuotoksia omiin töihinsä. Krajcik ja Shin (2015) jatkavat, että oppijat luovat artefakteja, jotka käsittelevät asettuja tutkimuskysymyksiä. Ne ovat yhteisesti jaettuja ja myös muille saatavilla olevia tuotoksia oppijoiden oppimisesta. Hasni, Bousadra, Belletête, Benabdallah, Nicole ja Dumais (2016) tutkivat viidentoista vuoden ajalta tieteellisiä artikkeleita teknologialla tuetusta luonnontieteiden projektioppimisesta. He totesivat tuloksissaan, että tuotoksen tekeminen on oleellinen osa tutkimuksellista luonnontiedon oppimisessa. Kysymysten esittäminen, yhteisöllinen oppiminen, oppimisyhteisön merkitys ja tv:n käyttö oppimisen tukena ovat heidän mukaansa muita tärkeitä tekijöitä.

Scardamalia ja Bereiter (2003) totesivat, että tiedon aikakaudella yhteiskunnan hyvinvointi perustuu kykyyn innovoida ja siihen, miten luovasti tiedon parissa työskennellään. Opiskelijat valmistuvat yhteiskuntaan ja työelämään, jossa ei ainoastaan tule hallita ajantasaista tietoa, vaan on kyettävä myös luomaan tietoa osana arkipäivän elämää. Tämä asettaa haasteen koulutukselle, miten kasvattaa kansalaisia, jotka eivät vain osaa hallita ajantasaista tietoa, vaan kykenevät myös luomaan tietoa osana arkipäiväistä elämää. Yhteiskunnan koulutuskeskustelussa ja tutkimuksessa esitetään toistuvasti näiden taitojen opettamisen tarve (ks. Andersson, 2008; Zhang, Scardamalia, Reeve & Messina, 2009; Trilling & Fadel, 2009; Häkkinen, Juntunen, Laakkonen, 2011; Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-Ricci & Rumble, 2012; Brown, 2013).

Eri toimijat ovat esittäneet näkemyksiä siitä, mitä taitoja tulisi koulussa opettaa, sillä muuttuvassa maailmassa on haastavaa arvioida mitä taitoja oppijat tulevat tarvitsemaan. Kansainvälisesti näistä taidoista käytetään termejä kuten 21st century skills, 21st century competences, Universal learning, Global Competencies tai Digital Comptence. Esityksiä ovat tehneet esimerkiksi Unesco, EU, OECD (PISA) ja Assessment and Teaching of Twenty-First Century Skills -tutkimushanke (ks. Trilling, 2009; Voogt ym, 2010; Binkley ym. 2012; Brown 2013;

OECD, 2009; UNESCO, 2013; OECD, 2016; OECD, 2018). Suomessa on keskusteltu tässä yhteydessä tulevaisuuden taidoista, kuten Norrena (2013) ja Harju (2014) esittivät sekä 2000-luvun taidoista, kuten Lavonen, Korhonen, Kukkonen ja Sormunen, (2014) ja Ilomäki, Paavola, Lakkala ja Kantosalo (2016) selvittivät.

Binkley ym. (2012) asettivat Assessment and Teaching of Twenty-First Century Skills (ASC21S) -tutkimuksen viitekehykseksi taidoille neljä osa-aluetta: ajattelun taidot (Ways of Thinking), työskentelyn taidot (Ways of Working), työskentelyn välineet (Tools for Working) ja aktiivisen kansalaisuuden taidot (Living in the World). Alueet sisältävät yhteensä 12 määriteltyä taitoa. Unescon (2013) määritelmässä kohti universaalia oppimista on seitsemän aluetta: fyysinen ja sosioemotionaalinen hyvinvointi, kulttuuri ja taide, lukutaito ja kommunikaatio, oppimisen lähestymistavat ja kognitio, laskutaito ja matematiikka sekä tiede ja teknologia. Tieteen ja teknologian alueella todetaan, että tiedeopetuksen avulla lasten spontaanisti omaksuma tieto saatetaan tieteellisen tiedon piiriin. Teknologian käytöllä tarkoitetaan puolestaan ongelmien ratkaisemiseen tarkoitettujen työkalujen luomista ja käyttöä. Voogt ja Roblin (2010) raportoivat tutkimuksessaan, että vaikka ko. taidot eri maiden opetussuunnitelmissa sinänsä otetaan huomioon, ne sisällytetään usein koulun vapaaehtoiisiin opintoihin. Näin asian laita ei ole kuitenkaan Suomessa. Wang, Lavonen ja Tirri (2018) totesivat, että yleisesti ottaen suurin osa ASC21S-tutkimuksen määrittelemistä taidoista sisältyy Suomessa 2014 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin.

Opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2014) määritellään yhdeksi perusopetuksen tavoitteista laaja-alainen osaaminen. Laaja-alaisella osaamisella tarkoitetaan tietojen, taitojen, arvojen, asenteiden ja tahdon muodostamaa kokonaisuutta. Tällä käsitetään tässä ajassa tarvittavaa yleissivistystä ja oppiainerajat ylittävää osaamista sekä kykyä soveltaa tietoja ja taitoja eri tilanteissa. Laaja-alainen osaaminen on suomalainen tulkinta globaaleista kompetensseista. Osaamiskokonaisuuksilla on yhtymäkohtia toisiinsa. Laaja-alaisen osaamisen tavoitteissa esimerkiksi ajattelun ja oppimaan oppimiseen kuuluu, että oppijoita ohjataan käyttämään tietoa itsenäisesti ja vuorovaikutuksessa toisten kanssa ongelmanratkaisuun, argumentointiin, päättelyyn ja johtopäätösten tekemiseen sekä uuden keksimiseen. Tieto- ja viestintäteknologiseen osaamiseen kuuluu neljä aluetta. Ensinnäkin oppijoita ohjataan ymmärtämään tieto- ja viestintäteknologian käyttöä ja toimintaperiaatteita ja olennaisia käsitteitä sekä kehittämään käytännön tvt-taitojaan omien tuotosten laadinnassa. Toiseksi heitä opastetaan käyttämään tieto- ja viestintäteknologiaa vastuullisesti, turvallisesti ja ergonomisesti. Kolmanneksi oppijoita opetetaan käyttämään tieto- ja viestintäteknologiaa tiedonhallinnassa sekä tutkivassa ja luovassa työskentelyssä. Neljäntenä alueena oppijoita opastetaan käyttämään tvt:tä siten, että he saavat kokemuksia ja harjoittelevat tvt:n käyttämistä vuorovaikutuksessa ja verkostoitumisessa.

Kouluissa koetaan usein haasteelliseksi oppimisympäristön rakentaminen ja pedagogisen lähestymistavan valitseminen siten, että se parhaiten tukisi oppijoiden laaja-alaisen osaamisen kehittymistä, sekä miten ja millä välineillä voidaan rakentaa oppimisympäristö, joka parhaiten tukisi oppijoiden kehitystä ja oppimista. Seitamaa-Hakkarainen, Viilo ja Hakkarainen (2010) totesivat tutkimuksessaan, että opettajan rooli on olennainen yhteisölliseen tiedonrakentamiseen perustuvassa oppimisprojektin luomisessa ja organisoinnissa. Tiedonrakentamisen tutkijat Bereiter ja Scardamalia (2003) lisäksi painottavat lisäksi, että koulussa tiedonrakentelu tulee aloittaa jo varhaisella iällä.

Tutkivan oppimisen käytöstä koulutyössä on myös löydetty haasteita. Lakkan, Ilomäen ja Palosen (2007) mukaan koulun institutionaaliset jännitteet tutkivan oppimisen pedagogiikan ja opetussuunnitelman välillä, virtuaalisen yhteistyön haasteet ja koulun rakenteellinen jäykkyys tuovat haasteita tutkivan oppimisen käytölle, vaikka opettajat ja oppijat ovat halukkaita kokeilemaan uusia pedagogisia innovaatioita. Sähköisen oppimisympäristön toteutuksessa voi haasteena olla Cambridgen kansainvälisen koulutuksen arviointiorganisaation (2017) mukaan käytettävä ohjelmisto, joka voi rajoittaa työskentelyn organisointia. Käytännöllinen haaste on myös verkkoympäristön vaatima jatkuvan ylläpito.

Yhteiskunnan tavoitteet laaja-alaisen taitojen opettamiseksi ja alan tutkimustieto luovat tutkimukselle motivoivan asetelman ja taustakontekstin. Tutkivan oppimisen mukaan järjestetyssä oppimisympäristössä on mahdollista oppia asioita, jotka sisältävät edellä käsiteltyjä laaja-alaisia ja nk. tulevaisuuden taitoja. Tietokäytänteiden muuttuminen ja tiedonrakentamisen tavat muuttavat työskentelyä ja tämän vuoksi onkin tärkeää tutkia pedagogisesta näkökulmasta, miten oppijoita voitaisiin sitouttaa oppimiseen muuttuvien käytäntöjen avulla. Tässä tutkimuksessa konteksti on mobiililaitteiden käyttö oppimisessa. Mobiilin teknologian käyttöä kouluikäisten oppimisen tukena on tutkittu toistaiseksi melko vähän. Samoin tutkivan oppimisen käytännön tutkimus koululuokissa on ollut niukkaa. Näin ollen tutkimuksen lähtökohdaksi muodostui myös edellä esitetyn perusteella selvittää niitä tekijöitä, jotka tukevat mobiilin teknologian tukeman tutkivan oppimisen oppimisympäristön suunnittelua.

### **1.3 Kehittävä tutkimusote kouluympäristössä**

Tutkimuksen tutkimustapa on kvalitatiivinen tutkimusote, koska sen avulla pyritään todellisten ilmiöiden kuvaamiseen. Perttulan (1995) mukaan laadullinen tutkimusote soveltuu sellaisten ilmiöiden tutkimiseen, joiden perusta on tajunnassa, ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa ja sitä jäsentävässä kielessä. Tutkimusmenetelmäksi valittiin kehittämistutkimus, koska sen avulla voidaan vastata lähtökohdista käsin nouseviin opetuksellisiin haasteisiin. Kehittämistutkimuksella voidaan tutkia ja kehittää teorioita, pedagogisia malleja tai digitaalisia sovelluksia käytännön työssä. Tämä tapahtuu tutkijoiden ja koulujen yhteistyönä autenttisissa

oppimisympäristöissä, kuten käsillä oleva tutkimus on toteutettu. Sandovall ja Bell (2004) totesivat, että kehittämistutkimuksesta on käytetty monia eri nimityksiä (esim. Design-Based Research, Design Research tai Development Research). Tärkeää on kuitenkin huomata, että kehittämistutkimus ei sisällä esimerkiksi kontrolloitua koeasetelmaa. Tässä tutkimuksessa tutkimusmenetelmästä käytetään käsitettä kehittämistutkimus. Kehittämistutkimus menetelmänä esitellään tarkasti tutkimusmenetelmät-luvussa.

Suomalaisen opetuksen tutkimuksen perinteessä väitöstutkimukset liittyvät usein oman työn ja työyhteisön opetuksen kehittämiseen (Vesterinen ja Aksela, 2013). Kehittämistutkimus sopii hyvin oman työn rinnalla tehtäväksi, sillä sen avulla voidaan samalla kehittää opetusta ja yhteistyötä koulun kanssa ja saattaa tutkittavaksi sekä teorian että käytännön merkityksellisiä tutkimuskysymyksiä. Kehittämistutkimus on lähetysmäistavoiltaan tämän tutkimuksen kontekstiin sopiva menetelmä. Toom (2006) on pitänyt arvokkaana sitä, että tutkimusta tehdään opetuksen, opiskelun ja oppimisen välittömässä läheisyydessä eli luokkahuoneen todellisuudessa, sillä siellä esiintyvät tutkimukselle tärkeimmät ilmiöt.

Tutkimuksessa kehitetään mobiilin teknologian tukemaa verkkoympäristöä tutkivan oppimisen kontekstissa aidossa luokkaympäristössä kuudesluokkalaisten oppilaiden kanssa. Tämä ratkaisu on perusteltavissa sillä, että tutkivan oppimisen mobiilin teknologian tukemia oppimisympäristöratkaisuja ei ole aiemmin juuri-kaan tutkittu. Tässä tutkimuksessa kehitetty kokeilu tuottaa tutkimustietoa siitä, mitä pedagogisia ratkaisuja tulee ottaa huomioon opetusta järjestettäessä ja toteutettaessa. Tietokoneiden tukemaa oppimista on tutkittu perinteisillä tutkimusmenetelmillä, joissa tulokset keskittyvät esimerkiksi siihen, kuinka paljon verkkoympäristöä on käytetty ja miten oppijat ovat sitä käyttäneet opetuksessa (ks. esim. Lipponen, Rahikainen, Lallimo & Hakkarainen, 2003b).

Tutkimuksessa yhdistetään kehittämistyö ja oppilaiden haastattelut tutkimustavoitteeseen pääsemiseksi. Oppilaille toteutettiin stimulated recall -menetelmän (str-menetelmä tai str-haastattelu) eli virikkeitä antavan haastattelun mukaiset ryhmähaastattelut, joissa haastattelun virikkeenä käytettiin toiminnassa käytettyä verkkoympäristöä. Menetelmää ei ole aiemmin juuri käytetty alakoulun tieto- ja viestintäteknologian opetuskäytön tutkimuksessa. Uudessa Seelannissa (Fox-Turnbull, 2007) toteutetussa tutkimuksessa käytettiin onnistuneesti str-menetelmää tutkittaessa alakoulun oppijoiden oppimisprosesseja teknologiaopetuksen projektissa. Fox-Turnbull esitti, että str-haastattelu on erittäin potentiaalinen tutkimusmenetelmä esimerkiksi siitä syystä, että sen avulla oppijat pystyivät selittämään ratkaisujaan oppimisprojektissa sen sijaan että tutkija vain analysoisi tuotoksia. Tutkimus osoitti, että oppijat pystyivät selittämään yhteisöllisen työskentelyn ratkaisujaan, löytämään yhteyksiä opittavien asioiden välillä ja selittämään merkityksiä oppimisprojektissa. Menetelmällä kerättyä tietoa analysoidaan tavallisimmin laadullisilla menetelmillä, joita käytetään tässäkin tutkimuksessa. Tutki-

Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa  
oppimisympäristössä  
muksen analyysiin yhdistetään myös verkkoympäristön käytön analyysi. Tutki-  
mus- ja kehittämistehtäviksi muodostui mobiilin tutkivan oppimisen kontekstin  
mukaisen oppimisen kuvaaminen ja kehittäminen.

## 2 TEORIATAUSTA

### 2.1 Konstruktivistinen tietokäsitys

Erilaisten oppimismäkemysten taustalla vaikuttaa aina tietoteoreettinen käsitys tiedosta. Tämä vuoksi on ensin tarkasteltava epistemologisia käsityksiä konstruktivistisen oppimismäkemys taustalla. Konstruktivismi tulee sanasta konstruoida eli rakentaa. Ihminen tarkastelee ympäröivää maailmaa käsitteidensä pohjalta ja rakentaa niistä käsityksensä todellisuudesta. Tämä tutkimus käsittelee konstruktivistisista lähtökohdista tapahtuvaa oppimista.

Konstruktivistinen käsitys tiedosta on yhteydessä sekä Giambattista Vicon (1668-1774) että Immanuel Kantin (1724-1774) ajatteluun. Vico kirjoitti aikanaan, että ihmisen tietämys sisältää kuvitteellisen järjestyksen rakentamisen kokemuksista (Pritchard & Woollard, 2010). Tynjälä (2002) selitti, että Kantin mukaan tieto on sekä aistihavaintojen että järjen organisoimaa tuotosta. Kantin näkemys oli, että ihmisen havaintoprosessille on tyypillistä saadun informaation muokkaaminen ymmärrettävään muotoon, joka sopii ihmisen olemassa olevan sisäisen ajattelun pysyviin, muuttumattomiin rakenteisiin. Tällä on Kauppilan (2007) mukaan yhteys nykyiseen konstruktivistiseen näkemykseen tiedosta.

Konstruktivistisessa tietokäsityksessä on oleellista, ettei ihminen voi suoraan havaintojen pohjalta tavoittaa todellisuutta, koska me tulkitsemme ne sisäisiin rakenteisiimme pohjautuen. Nämä rakenteet ovat nykykäsitysten mukaan muuttuvia ja myös kieli on kulttuurisidonnaisia. Tästä seuraa, että myös tutkijat rakentavat tietoa kulttuurista lähtökohdista. Rakennettu tieteellinen tieto on merkityksellistä kyseisessä kontekstissaan.

### 2.2 Konstruktivistinen, sosiokonstruktivistinen ja sosiokulttuurinen oppimismäkemys

Konstruktivistisen oppimismäkemys mukaan oppija konstruoi eli rakentaa ulkopuolelta aktiivisesti etsimäänsä tietoa itselleen merkityksellisiksi tietorakenteiksi, jotka rakentuvat oppijan aikaisemman tietämyksen pohjalle (ks. esim. Puolimatka, 2002; Tynjälä, 2002; Kauppila, 2007). Konstruktivismilla puolestaan on juuret kognitivismissa. Kognitivistit tutkivat ihmisen ajattelua yksilön tietojen käsittelyn mekanismien näkökulmasta, mutta eivät liittäneet siihen oppimisen teoriaa. Yksilön ajateltiin toistavan muistiinsa tallentamia tietoa. Säljö (2000) kuvaa, että kognitivismista kehittyi konstruktivistinen muunnelma, kun siihen liitettiin oppimiskäsitys yksilön aktiivisesta omasta toiminnasta hänen rakentaessaan käsityksiä maailmasta.



Konstruktivistiset näkemykset oppimisesta teki tunnetuksi Jean Piaget (1896-1980). Piaget (1988) esitti, että tietomme eivät voi olla yksin peräisin havainnoista, vaan tiedon rakentumisen saa aikaan toiminta objektista saatujen havaintojen ja subjektin toiminnan välillä. Mahoneyn (2004) mukaan Piaget kuvasi tietämystä tutun ja uuden tiedon dynaamiseksi tasapainoksi. Ihminen järjestää maailmaansa järjestämällä itseään. Piaget käytti tiedon rakentuvasta luonteesta kahta termiä, assimilaatio ja akkommodaatio. Piagetin (1971) mukaan assimilaatiossa oppija sisällyttää uudet tiedot olemassa oleviin tietorakenteisiinsa. Akkommodaatiossa puolestaan oppija muuttaa käsityksiään, kun hän saa uutta tietoa, joka johtaa muutokseen. Piaget (1971) piti myös selvänä, että yhteistyö yksilöiden välillä on oleellista älykkyyden ja logiikan perustalle ja kehittymiselle. Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä painottuu oppijan yksilöllinen tiedon rakentamisprosessi (Kauppila, 2007). Brunerin (1990) mukaan tiedolla on dynaaminen, muuttuva ja suhteellinen luonne ja se muuttuu rakentuessaan oppijan omakohtaiseksi pääomaksi. Bruner painottaa tiedon kulttuurista kiinnittymistä ja tarkoitusta. Oppijan työskentely- ja ajatteluprosessin tuloksena syntyy oppimista, kun hän valikoi ja työstää hankkimaansa tietoa uusiksi tietorakenteiksi. Oppimisen prosessissa on reflektoitava eli pohdittava ja arvioitava kriittisesti omaa oppimista. Näin luodaan käsityksiä asioista ja ilmiöistä. Tavoitteena prosessissa on ymmärtää tutkittavasta ilmiöstä saatua tietoa, joka muodostuu tietorakenteeksi. Nevgi ja Lindblom-Ylänne (2009) totesivat, että konstruktivistinen oppimisteoria tarkoittaa sitä, että niin opetuksen kuin opiskelutoimintojen on tuettava opiskelijoiden aktiivista ja itsenäistä tiedonrakentamista ja oppimista.

Sosiokonstruktivistinen oppimisnäkemyks kehittyi konstruktivistisesta oppimisnäkemyksestä. Suomen kielessä käytetään käsitteitä sosiokonstruktivismi tai sosiaalinen konstruktivismi englanninkielisestä termistä social constructivism. Oleellisin ero konstruktivismiin ja sosiaalisen konstruktivismiin välillä on se, että jälkimmäinen ottaa huomioon oppimisen sosiaalisen luonteen ja tilannesidonnaisuuden tiedon rakentamisessa. Oldfather, West, White ja Wilmarth (1999), Richardson (2003) ja Kauppila (2007) totesivat, että sosiokonstruktivistinen oppimisnäkemyks korostaa oppimista mielekkäänä toimintana, jolloin oppija konstruoi tietoa sosiaalisessa kontekstissa ja vuorovaikutuksessa. Oppija luo oman uuden ymmärryksen vuorovaikutuksessa, sen perusteella mitä hän aikaisemmin tietää ja mitä uutta tietoa hän konstruoinnin yhteydessä saa selville. Puolimatka (2002) selitti asiaa niin, että kontekstissa käsitellään yksilön tiedon muotoja yhteisön ehtojen kautta. Oleellista näkemyksessä on, että oppimisessa hyödynnetään yhteisöllistä kulttuuria ja kontekstia. Se on näkemys tiedosta ja oppimisesta. Tieto käsitellään sosiaalisesti konstruoitavana kohteena, jonka hyödyllisyys on käytännössä. Oppiminen yhdistyy ympäröivään vallitsevaan kulttuuriin.

Oppimisen kulttuuria on tuettava ja ylläpidettävä. Sosiokonstruktivistinen lähestymistapa oppimiseen ja opetukseen vaatii suunnittelua opetuksen toteuttamiseksi. On mahdollista rakentaa käytäntöjä, jotka tukevat laaja-alaisen taitojen

omaksumista sen sijaan, että tartutaan pelkästään opetussuunnitelman sisältöihin. Oldfather ym. (1999) totesivat, että sosiokonstruktivismin ymmärtäminen on perusta, jonka avulla opettajat voivat edistää oppijoiden mielekästä oppimista ja sisäistä motivaatiota. Sosiokonstruktivistiselle näkemykselle perustuva oppimisympäristö voi muodostua myös luontaisesti motivoivaksi. Jotkut pedagogiset menetelmät edistävät mielekästä oppimista enemmän kuin toiset, joten opettajan tehtävänä on tukea ja ylläpitää mielekästä oppimista tukevaa oppimisympäristöä. Viilo, Seitamaa-Hakkarainen ja Hakkarainen (2018) analysoivat kuusi erilaista opettajan ohjaustapaa, jotka tukivat tutkivan oppimisen työskentelyn aikaista tiedon kehittämistä ja tutkimuksen pohdintaa. Opettajat käyttivät erityisesti tutkimiseen liittyen oppijoiden kanssa yhteistä keskustelua tavoista syventää tutkimusta ja keskustelua tutkimusideoista. Tutkimuksen etenemisen arviointi oppijoiden kanssa oli myös oleellista.

Sosiokonstruktivistista oppimisympäristöä suunniteltaessa voidaan tukeutua esimerkiksi Järvelän ym. (2015) esitykseen, että onnistunut yhteistyö tietokoneavusteissa yhteisöllisessä oppimisessä edellyttää tukea yksilön itsesäätelyn taitojen edistämisessä, vertaistukea, itsesääntelykyvyn helpottamista ryhmässä ja sosiaalisesti jaettua oppimisen säätelyä. Järvelän ja Hadwinin (2013) mukaan sosiaalisesti jaettu oppimisen säätely on välttämätöntä tietokoneavusteisessa oppimisympäristössä.

Kauppila (2007) painotti, että sosiokonstruktivistisessä käsityksessä korostuvat yksilön kognitiiviset prosessit oppimisessa. Oppijan on oltava aktiivinen ja kyettävä itseohjautuvuuteen. Sosiaalinen vuorovaikutus nähdään näitä prosesseja edistävänä, yksilön ajattelua aktivoivana ja oppimisyhteisön kesken jaetun ymmärtämisen oleellisena tekijänä. Parhaimmillaan oppimisyhteisön jäsenet sitoutuvat uuden tiedon tuottamiseen ja jakamiseen sekä joustavaan vuorovaikutukseen ja yhteistyöhön. On syytä muistuttaa, että sosiokonstruktivismi ei ole menetelmä, vaan teoria siitä miten opimme ja saamme selvää ympäröivästä maailmasta. Tiivistetysti voidaan todeta, että sosiokonstruktivistisessä oppimisenäkemyksessä painottuvat jokaisen oppijan oma toiminta oppimisessa ja koko oppimisyhteisön omaksuma tietämys. Koko yhteisön tuottama tietämys on arvokasta ja sen on oltava kaikkien saavutettavissa. Oppimisyhteisö nähdään tässä tutkimuksessa kahdessa valossa. Ensinnäkin koko oppijaryhmän yhteisönä ja toiseksi oppijoista koostuvien pienryhmien oppimisyhteisöinä. Näin siksi, että osa tutkivan oppimisen työskentelystä on kaikkien ryhmän jäsenten näkemykset huomioivaa ja osa perustuu tutkimuksellisten pienryhmien tiedonrakenteluun.

Säljön (2000) mukaan sosiaalisen vuorovaikutuksen lisäksi kulttuuriset ulottuvuudet kuten kielelliset välineet ja fyysiset työkalut ovat merkittäviä. Kulttuurisessa viitekehityksessä on oleellista se, mitä älyllisiä, fyysisiä ja sosiaalisia taitoja ja tietoja välineillä saadaan aikaiseksi ja kehitetään. Sosiaalista ja kulttuurista yhteyttä ei voida siten tarkastella ilman toista. Monimuotoiset välineet ja kieli kehittyvät jatkuvasti, jolloin myös ihmisen ajattelu ja kyvyt kehittyvät, koska opimme

ja toimimme näiden välineiden varassa. Tämä johtaa siihen, että ihmisen älykkyyden rajat laajenevat. On siis merkittävää, mitkä älylliset tai fyysiset välineet hän opettelee hallitsemaan.

Kirjallisuudessa esimerkiksi Lev Vygotsky (1896-1934) nähdään sekä sosio-kulttuurisen että sosiokonstruktiivisen suuntauksen kehittäjänä, sillä hän painotti kulttuurin ja vuorovaikutuksen merkitystä (esim. Kauppila, 2007; Tynjälä, 2002; Scardamalia & Bereiter, 2010; Hill, 2012). Kieli ja käsitteet ovat Vygotskyn ajattelussa kulttuurinen väline, jolla luodaan yhteys omaan toimintaan ja ympäristöön. Hän esitti tiedon sosiaalisen ja kulttuurisen luonteen yhteyden. Bruner (1996) esitti, että kulttuurisella ilmaisulla on vaikutuksensa yksilön ajatuksiin ja siihen kuuluu merkityksellisyys, joka syntyy käsiteltäessä asioita eri yhteyksissä. Merkitykselliset asiat syntyvät aina tarkoituksenmukaisessa kontekstissa. Kulttuuri tarjoaa välineet kommunikoida, järjestää ja ymmärtää maailmaa. Kulttuurisessa vuorovaikutuksessa syntyneet merkitykset ovat lopulta oleellisempia kuin asian yksilöllinen merkitys.

Vaikka edellä olikin verraten vanhoihin lähteisiin kytkeytyvää konstruktivismin tarkastelua, ovat ne hyvin relevantteja myös uudemmalle oppimistutkimukselle. Esimerkiksi Lin ja Chan (2018) esittivät, että tiedon rakentamisen ensisijainen pedagoginen periaate on kehittää osallistujien episteemistä eli tietoa koskevaa toimijuutta, ihmisen kykyä tehdä valintoja ja toimia, kun ryhdytään tavoitteelliseen tietoa luovaan työskentelyyn. Pineda (2019) tutki tutkivan oppimisen vaikutuksia oppijoiden tiedonrakentamisen taitoihin kemian opetuksessa. Pinedan tutkimus vahvisti Lin ja Chinin esitystä episteemisestä toimijuudesta. Pinedan tutkimuksessa tutkivan oppimisen työtapaa mahdollisti oppijoiden olemassa olevan tiedon ja uusien ideoiden jakamisen oppimisyhteisössä oman tutkimusongelman vastauksen kehittämiseksi ja laajentamiseksi. Ero oli merkittävä perinteistä opetusta saaneisiin oppilaisiin. Pinedan tutkimuksen johtopäätös oli, että tutkivan oppimista voidaan käyttää perustana metakognitiivisten taitojen kehittämisessä.

## 2.3 Mielekäs oppiminen

Mielekäs oppiminen on kokonaisuus, jossa yhdistyy monia oppimisen ja opettamisen piirteitä. Monet erilaiset opetus- ja oppimisjärjestelyt voivat edistää mielekkään oppimisen syntyä. David Ausubel (1918–2008) kehitti 1960-luvun alussa mielekkään oppimisen teorian. Ausubelin ajattelun juuret ovat kognitivismissa, josta kuten edellä on todettu, kehittyi konstruktivistinen tietonäkemys. Ausubel (1968) määrittelemään mukaan mielekäs oppiminen edellyttää, että uusi oppiaine ei saa liittyä mielivaltaisesti tai sisällöllisesti ristiriitaisesti oppijan kognitiivisen rakenteeseen. Opitun aineksen on oltava oppijalle potentiaalisesti merkityksellistä. Hänen teorian siirsi oppimista mekaanisesta ja vastaanottavasta oppimisesta oppijalle merkitykselliseen suuntaan ja keksivään oppimiseen. Ausubelin teorian vaatimus siten on, että oppija ymmärtää ja konstruoi tietoa. Ausubelin

(1968) mukaan merkitys itsessään on mielekkään oppimisprosessin tuotos. Tämä viittaa erilaistuneeseen kognitiiviseen sisältöön, jonka oppija on mielekkään prosessin tuotoksena oppinut. Tämä puolestaan asettaa ehtoja opettajalle, jonka on tiedettävä oppijoidensa ennakkokäsitykset ja kyettävä ohjaamaan heitä tiedon konstruoinnissa. Nevgi ja Lindbom-Ylänne (2009) totesivat, että Ausubel kehitti konstruktivistisen mielekkään oppimisen teorian esittämällä teorian tiedon sisäistämistä.

David Jonassen kollegoineen on kehittänyt mielekästä oppimista ja konstruktivistisia teknologian tukemia oppimisympäristöjä 1990-luvulta lähtien. Jonassen ym. (2008) rakensivat mielekkään oppimisen viiden ominaisuuden varaan. Nämä ovat aktiivisuus, löydetyn tiedon tarkastelu, intentionaalisuus, autenttisuus ja ryhmässä toimiminen. Ominaisuudet ovat keskenään riippuvaisia ja yhteydessä toisiinsa. Mitä enemmän oppimistehtäviin sisältyy mielekkään oppimisen piirteitä, sitä enemmän se teorian mukaan saa aikaan mielekästä oppimista. Suomessa esimerkiksi Tenno (2011) totesi verkkoympäristön pedagogisen rakenteen ja opiskelijoiden toimintaorientaatioita käsittelevässä tutkimuksessaan, että merkityksen käsite leikkaa oppimisen kenttää ja merkitysten antamisella on tärkeä tehtävä oppimisessa, jossa merkitys ja motivaatio nivoutuvat toisiinsa.

Jonassenin ym. (2008) määritelmässä *aktiivisuus* on ihmiselle luontainen kyky toimia, ottaa selvää ja muokata kohteita tai toimintaansa ympäristössään. Ihminen on muokkautuva ja tarkkaavainen eli aktiivinen toimija. Mielekäs oppiminen vaatii oppijoilta aktiivisuutta. He työskentelevät aktiivisesti merkityksellisten tehtävien selvittämiseksi, joita he työstävät ja muokkaavat. Työn tuloksia tarkkaillaan jatkuvasti.

Mielekäs oppiminen vaatii aktiivisuuden lisäksi *konstruktivistista* reflektointia siitä mitä on saavutettu ja mitä on opittu. Jonassenin mukaan oppijan aikaisempi tietämys on usein ristiriidassa havaintojen ja ymmärtämisen kanssa ja tämä on se tärkeä hetki, jossa mielekäs oppiminen saa alkunsa. Uteliaisuus herää ja kiihdyttää merkityksellisyyden muodostamista. Kun oppijat pohtivat näitä uusia kokemuksiaan, he yhdistävät aikaisempaa tietämystään uusiin havaintoihinsa tai asettavat uusia tavoitteita siitä mitä on selvitettävä, jotta havainnot voi selittää. Oppijat siis konstruoivat omia alkuperäistä tietokäsitystään havaintojensa kautta hankitun tiedon avulla. He saavat reflektointiin tukea ja näin he saavuttavat yhä monipuolisempia tietokäsityksiä tutkittavasta asiasta. Aktiivisuus ja konstruktivisuus kulkevat mielekkään oppimisen syntymisen prosessissa käsi kädessä.

Inhimillinen toiminta on tarkoituksellista, *intentionaalista*. Sitä ohjaavat tavoitteet. Scardamalia ja Bereiter (1994) osoittivat, että oppijoiden yrittäessä aktiivisesti ja motivoituneesti saavuttaa oppimistavoitteen, he ajattelivat ja oppivat enemmän. He toteuttivat omaa intentiotaan. Oppijoiden itse asetetut tavoitteet ovat siten oleellinen osa merkityksellisyyden syntyä ja ne ohjaavat oppijan tahtoa. Jonassen (2008) totesi samansuuntaisesti oppijoiden suunnittelemasta toiminnasta

tietokoneiden avulla. He työskentelivät intentionaalisesti ja oppivat mielekkäällä tavalla, oli kyse sitten päivittäisistä tehtävistä tai tutkivasta otteesta.

*Autenttisuus* mielekkään oppimisen osana liittyy oppimisen todelliseen elämään kuuluvaksi ja siten kontekstuaaliseksi, asiayhteyteen kuuluvaksi. Tieto- ja viestintäteknologia tarjoaa useita mahdollisuuksia tutkia ja havainnoida kulttuuri-sista lähteistä myös sellaisia todellisen maailman ilmiöitä, joihin oppijan on hankala tai mahdoton päästä itse käsiksi. Tällaisia esimerkkejä ovat esimerkiksi avaruuden ja merten tutkiminen tai ammatteihin liittyvät kysymykset. Usein kouluoppimisessa keskitytään kontekstistaan poistettujen teorioiden opettelemiseen. Jonassenin (2008) mukaan tutkimus on osoittanut, että reaali-maailmaan liittyvät oppimistehtävät tai ongelma-perusteisen oppimiseen perustuvissa oppimisympäristöissä tapahtuva oppiminen auttaa oppijoita ymmärtämään ja muistamaan oppimansa paremmin. Samoin opitun asian siirtovaikutus (transfer) uusiin tilanteisiin on johdonmukaisempaa. Opetus tulisi siten järjestää mahdollisimman hyvin todelliseen maailmaan sulautuneeksi, kontekstuaaliseksi työskentelyksi. Suomessa Nevgi ja Tirri (2003) liittivätkin omassa teoriassaan autenttisuuden osaksi kontekstuaalisuutta.

Ihmisellä on luontainen tapa selvittää arjen pulmia ja tehtäviä *yhteisöllisesti*. Koulumaailmassa puolestaan on perinteisesti ajateltu, että oppiminen on yksilön prosessi, joka on irrallaan yhteistyöstä ja tiedonrakentelusta. Oppijoita siten myös arvioidaan yksilöinä. Näin toimimalla opettajien ja oppijoiden keskuudessa tuetaan käsitystä, että vain yksilön tuotos tai oppiminen on tärkeää. Tällöin törmätään arvioinnin pulmaan, kun järjestetään yhteistyöhön perustuvaa opetusta. Arviointia tulisikin antaa sekä ryhmille että yksilöille. Oppijoiden on tiedettävä, että esimerkiksi ryhmän tuotosta ja tiedonrakentelutaitoja arvioidaan, eikä pelkästään yksilön tietämystä. Muutoin on vaara, että yhteisöllisyys kärsii, koska sillä ei ole oppijan näkökulmasta merkitystä. Ryhmässä toimiminen vaatii keskustelua. Keskusteluun ja vuorovaikutukseen tulee rohkaista, koska se on luonnollisin tapa luoda merkityksiä. Oppimistehtävien ja pedagogiikan on oltava siten laadultaan sellaisia, että ne tukevat vuorovaikutusta, tiedonrakentelua ja ymmärrystä tehtävästä. Oppijoiden tarve olla osa oppimisryhmää voidaan toteuttaa teknologialla tuetussa oppimisympäristössä.

Suomessa mielekkään oppimisen piirteisiin on lisätty osa-alueita, esim. Nevgi ja Tirri (2003) sekä Ruokamo, Tella, Vahtivuori, Tuovinen ja Tissari (2003). Ruokamo ym. esittivät yhteensä 11 eri piirrettä mielekkäälle oppimiselle. He tarkastelivat omaisuuksia oppimis- ja opiskelu-ympäristöjen suunnittelussa. Heidän määritelmänsä ovat osittain päällekkäisiä ja sisältävät myös yksittäisiin opiskeluvaiheisiin sijoitettavia alueita. Ruokamon ym. kokonaisuus ole samalla tavalla yhteistoiminnallinen kuin Jonassenin määritelmä.

Nevgi ja Tirri muodostivat mielekkään oppimisen kahdeksan piirteen varaan (taulukko 1), joka laajentaa Jonassenin ym. käsitteistöä. Kriteereistä aktiivisuus ja

intentionaalisuus toistuvat molemmissa lähestymistavoissa samankaltaisina. Jonassenin määrittelemistä piirteistä konstruktivisuus sisältää reflektiivisyyden käsitteen. Nevgi ja Tirri puolestaan esittivät reflektoinnin oppijan taitona oman oppimisensa lähestymistapojen tunnistamiseen ja pohdintaan, jota tuetaan mielekkään oppimisen tavassa toimia. Jonassenin teorian yhteisöllisyys sisältää vuorovaikutuksen ajatuksen. Nevgi ja Tirri määrittelevät kriteereissä yhteisöllisyyden ja vuorovaikutuksen omiksi tekijöikseen. Nevgi ja Tirri lisäävät lisäksi kriteereiksi omaksi osakseen oppimisen siirtovaikutuksen, oppimisen soveltamisen uusissa tilanteissa. Jonassenin lähestymistavassa siirtovaikutus voidaan käsittää mielekkään oppimisen tuottamana taitona. Nämä kaksi määrittelyä ovat merkittävilta osiltaan samankaltaisia. Koska Nevgin ja Tirrin määritelmässä alueita on enemmän, ne ovat yksiselitteisempiä ja määritelmiltään tarkempia. Yhdysvaltain kansallinen tieteiden akatemia (National Academies of Sciences) nosti esiin *How People Learn II* -teoksessa (2018), että onnistunut oppiminen edellyttää oppijalta useiden kognitiivisten prosessien yhteistyötä. Koskinen (2016) totesi mielekkästä matematiikan oppimista tutkiessaan, että ymmärtämiseen tähtäävä mielekäs oppiminen vaatii yksilöltä henkilökohtaista ja kokonaisvaltaista kokemusta. Liian nopeasti älylliseen toimintaan pyrkiminen ei tue oppilaan mielekkyyden kokemuksen syntymistä, vaan vaatii moniulotteista käsittelyä oppimisen vaiheissa. Verkkoympäristöissä on mahdollista luoda toimintoja, tiloja ja ohjaavia tehtäviä, jotka tukevat mielekkästä oppimista. Mielekäs oppiminen sisältää monia kognitiivisia prosesseja, joita voidaan ilmentää verkkoympäristössä. Näiden prosessien koordinoimiseksi oppijan on voitava seurata ja säännellä omaa oppimistaan. Kyky seurata ja säännellä oppimista muuttuu elämän aikana ja sitä voidaan myös parantaa interventioiden avulla. Ensisijaisia tapoja oman oppimisen järjestämiseen teoksen mukaan ovat metakognitiiviset taidot, itsensä johtaminen ja itsesäätely.

# Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

**Taulukko 1.** Mielekkään oppimisen tukeminen verkkoympäristössä.

Kriteeri	Miten verkkoympäristö tukee?	Miten ilmenee?
<b>Aktiivisuus</b> Omatoiminen tiedon hankinta ja käsittely	<b>Interaktiivisuus</b> Ympäristössä on elementtejä, joiden avulla opiskelija voi analysoida tietoa ja tallentaa muistiinpanojaan ja tekstejään verkkoympäristöön.	<b>Omatoimisuus</b> Opiskelijat tuottavat verkkoympäristöön uusia ajatuksia, joita muut opiskelijat voivat lukea ja kommentoida.
<b>Intentionaalisuus</b> Oppimistavoitteiden asettaminen ja tavoitteiden seuranta	<b>Suunnittelun ja arvioinnin työvälineet</b> Oppimisympäristössä on oman oppimisen suunnittelun, seurannan ja arvioinnin välineitä yksilölle ja ryhmälle.	<b>Tavoitteellinen toiminta</b> Opiskelija tunnistaa ja selkeyttää omat oppimisen tavoitteensa, kirjaa ne. Opiskelija seuraa ja arvioi tavoitteiden toteutumista.
<b>Reflektiivisyys</b> Oppimisen ja oppimisen lähestymistapojen tunnistaminen ja pohdinta.	<b>Metakognitiiviset työvälineet</b> Oppimisympäristössä on oman oppimisen arvioinnin välineitä, esim. oppimispäiväkirja, itsenäiset testit tai piirrosohjelmat käsittekarttojen ja omaa ajattelun mallien rakentamiseksi.	<b>Oman oppimisen tutkiminen</b> Opiskelija pyrkii oman oppimisensa ymmärtämiseen analysoimalla omaa oppimispäiväkirjaansa, tutkii omia käsitteisiään ja pyrkii hahmottamaan kokonaisuuksia.
<b>Kontekstuaalisuus</b> Opiskelu ja oppimistilanteet mahdollisimman autenttisia ja reaalielämästä.	<b>Virtuaalinen todellisuus</b> Jos käytössä ei ole kehittyneempiä verkkopohjaisia simulaatioita, voidaan kontekstuaalisuutta lisätä esim. videoklippien avulla. Kontekstuaalisuutta tukevat internetlinxit ja ongelmälähtöisen oppimisen mukaiset materiaalit.	<b>Ongelmien ratkonta</b> Opiskelija pyrkii löytämään erilaisia vaihtoehtoisia ratkaisuja todellisen elämän ongelmatilanteisiin.
<b>Siirtovaikutus</b> Opitun soveltaminen uusissa ja erilaisissa tilanteissa	<b>Virtuaaliset tilat</b> Oppimisympäristössä on hyper tekstejä, tietopankkeja sekä ongelmanratkaisu- ja suunnittelutehtäviä.	<b>Harjoittelu, soveltaminen</b> Opiskelija harjoittelee tietojen ja taitojen soveltamista ja ratkaisemista esimerkiksi muotoilemalla todentuntuisia ongelmia internetistä löytämiensä, olemassa olevien yritysten tai instituutioiden tietojen avulla.
<b>Konstruktivisuus</b> Vanhan ja uuden tiedon suhteuttaminen toisiinsa sekä tiedon merkityksellisyys arviointi	<b>Jäsentyneisyys</b> Oppimisympäristössä on aikaisempaa tietoa hypertextirakenteena sekä aikaisemman tiedon varaan rakentuvia oppimistehtäviä tai aikaisempaa tietoa reflektoitavia tehtäviä.	<b>Yhdistäminen, vertailu</b> Opiskelija vertailee erilaisia tiedonlähteitä ja suhteuttaa niitä omaan tietoonsa, aikaisempaan ja nykyiseen ymmärrykseensä.
<b>Yhteisöllisyys</b> Yhteiseen oppimiseen osallistuminen omalla aktiivisella työpanoksella	<b>Yhteiset työskentelyalueet</b> Oppimisympäristössä on yhteisiä työskentely- ja keskustelualueita, kuten tiedostojen jakamisen ja yhdessä työstämisen tiloja, chat-tiloja tai blogeja.	<b>Yhdessä opiskelu</b> Opiskelija osallistuu vuorovaikutukseen tuoden oman ymmärryksensä yhteiseen keskusteluun ja työskentelyyn, esimerkiksi ryhmässä toteutettavan kirjoittamisen avulla.
<b>Vuorovaikutus</b> Osallistuminen yhteiseen työskentelyyn dialogin avulla	<b>Keskustelualueet</b> Oppimisympäristössä on yhteisiä keskustelutiloja ja opiskelijoilla on käytössään sähköposti.	<b>Kriittisyys, avoimuus</b> Opiskelija voi jakaa ajatuksiaan, antaa palautetta muille, ja itse saada palautetta muilta vaihtamalla näkemyksiä esimerkiksi keskusteluforumien tai chat-keskustelun kautta.

## 2.4 Tutkiva oppiminen

Tutkiva oppiminen (Progressive inquiry learning) (Hakkarainen, Lonka ja Lipponen, 1999 ja 2004) on ollut yli vuosikymmenen tärkeä pedagoginen lähestymistapa toteuttaa mielekkään oppimisen piirteitä sisältävää opetusta ja oppimista Suomessa. Hakkarainen ym. (2004, 2005) painottivat, että tutkivan oppimisen pedagogian tarkoituksena on tukea asiantuntijayhteisölle tyypillisiä tietokäytäntöjä, kuten tiedonhankintaa, niin että oppiminen on parhaimmillaan tutkimusprosessi, joka synnyttää sekä uutta ymmärrystä että uutta tietoa. Tutkivassa oppimisessa konstruoidaan sellaista tietoa, joka on merkityksellistä ja jota voi käyttää oppimiseen. Taustalla on oppimisen tutkijoiden havainnot tiedon luonteesta ja oppimisesta. Prawat (1992) toi vuosikymmenen alussa esiin tiedon konstruoinnin tärkeyden oppimisessa. Prawat kiinnitti huomiota oppimisen, soveltamisen, ymmärtämisen ja ongelmanratkaisun perinteiseen ajatteluun. Näiden erottaminen perinteisesti toisistaan perustui väärin olettamuksiin tiedon luonteesta ja oppimisesta. Prawatin mukaan tietoa ja ymmärtämistä tulee rakentaa, sillä tieto ei ole riippumaton tilanteesta, jossa sitä rakennetaan.

Pyrkimyksenä tutkivassa oppimisessa koulukontekstissa on ilmiöiden selittäminen ja ymmärtäminen, ei ainoastaan niiden kuvaileminen tai faktojen mieleen painaminen. Tärkeää on myös oman toiminnan suunnittelu ja arviointi. Hakkarainen ym. (2005) totesivat, että vaikka tutkivaa oppimista voidaan käyttää sekä tavanomaisessa että tieto- ja viestintäteknologian tukemassa opetuksessa, on se alun perin kehitetty verkkoympäristöjen mielekkään käytön pedagogiseksi tueksi. Tutkivaa oppimista on toteutettu menestyksellisesti peruskoulun alaluokilta yliopistoon vaihtelevissa oppimisympäristöissä ja konteksteissa (Seitamaa-Hakkarainen, Lahti & Hakkarainen, 2005; Lakkala, Ilomäki & Palonen, 2007; Lakkala, Muukkonen, Paavola & Hakkarainen, 2008; Viilo, Seitamaa-Hakkarainen & Hakkarainen, 2018).

Peruskouluissa ja lukioissa tutkivaa oppimista on toteutettu usein kuukaudesta kahteen kestävässä projekteissa muutamana tuntina viikossa. Tästä yhtenä esimerkkinä on tutkijan toteuttama biologian projekti kasvupaikkatekijöistä (Salmivirta, Lakkala & Ilomäki, 2010). Yliopisto-opinnoissa on toteutettu esimerkiksi verkkoympäristöissä etäkursseja, jotka liittyvät lähiopintoihin (ks. esim. Vuopala, 2013). Tutkivan oppimisen pedagogisten sovellusten kehitystyötä on tehty usein opettajien, opetustoimen ja tutkijoiden välillä sekä kotimaisina että kansainvälisenä yhteistyönä. Tutkivan oppimisen työskentelyssä ja oppimisessa korostuvat ongelmaperusteisesta lähtökohdasta sosiokonstruktivistisesti rakentuva tietämys sekä metakognitiivisen ajattelun kehittyminen.

### ***Tiedonrakentaminen***

Tutkivan oppimisen taustalla oleva tiedonrakentamisen teoria (Knowledge building; ks. Scardamalia & Bereiter, 2003, 2006) pohjautuu Carl Bereiterin ja Marlene Scardamalian tutkimuksiin kirjoittamisesta, tavoitteellisesta oppimisesta ja



asiantuntijuudesta (Hakkarainen ym., 2005). He määrittelevät tiedonrakentamisen yhteisössä siten, että tietämyksen rakentaminen voidaan määritellä yhteisön hyödyksi ja jatkuvaksi kehittämiseksi. On todennäköisempää, että yhteisön tuotos on parempi kuin yksittäisen ihmisen työpanos. Yhteisö voidaan käsittää Scardamalian ja Bereiterin (2003) mukaan laajasti yhteiskunnan tasona tai suppeammin esimerkiksi koululuokkaa käsittävänä oppimisyhteisönä. Tiedonmuodostusprosessiin on voitava osallistua jo varhaisesta iästä lähtien. John Deweyn filosofian mukaisesti menestyvä yhteistyö edellyttää Biestan ja Burbulesin (2003) mukaan sitä, että vuorovaikutuksen (esim. oppimistehtävän) lähtökohtana on oppijoita jollain tavalla yhdistävä asia. Dewey esitti, että tieto-objektit tulisi nimenomaan nähdä konstruktioina (Biesta & Burbules, 2003). Tutkiva oppiminen kytkeytyy oppimisen tutkimukseen. Esimerkiksi Pinedan (2019) mukaan tutkiva oppiminen oli tehokas tapa kehittää oppijoiden tiedonrakentelun taitoja. Tiedonrakentamisen käsitteellä on siten yhteys deweylaisen ajattelun ja sosiokonstruktivistisen oppimiskäsityksen välillä.

Yksilön oppimiselle on ensiarvoisen tärkeää, että tiedonrakentaminen aloitetaan niistä oppijan tiedoista, joita hänellä on tutkimuskysymykseen aloitushetkellä. Kun oppijan tietämys kirjataan alkuvaiheessa näkyväksi, voidaan etsitty, arvioitu ja luotettava tieto liittää yhteisöllisesti rakentaen yksilön olemassa olevaan tietoon ja korjata mahdolliset väärät käsitykset. Oppijan työskentelyteoriat kehittyvät näin koko opiskelun ajan. Tiedonrakentamista kuvaa siten yhteisöllinen oppiminen opittavien asioiden parissa. Oppija pohtii omia käsityksiään kysymyksestä muiden osallistujien kanssa ja näin rakentaa sekä omia että yhteisiä käsitteitä aikaisemmin opitun perustalle, jolloin tapahtuu käsitteellistä muutosta, merkitysten laajenemista ja oppimista. Oppiminen on siten vahvasti sekä sosiaalinen että yksilöllinen prosessi, jonka päämääränä on kulloinkin tutkittavina olevien ongelmien avulla oppiminen. Griffin, Care ja McGav (2012) esittivät yhteisöllisen ongelmanratkaisun jakautuvan kahteen pääalueeseen, jotka ovat sosiaaliset taidot ja kognitiiviset taidot. Kognitiivisten taitojen toinen osa on tiedonrakentaminen. Tiedonrakentaminen sisältää myös ajatuksen siitä, että oppija kehittää tiedonrakentelun taitojaan. Scardamalia ja Bereiter (2006) esittivät, että oppijan olisi kyettävä näkemään itsensä osana tiedonrakentamisen yhteisöä tavoittelemassa tiedon rajoja. Koulu- ja opiskelukontekstissa tiedonrakentelu tapahtuu yleensä tieto- ja viestintäteknologian sovellusten avulla. Taulukossa 2 on tiivistettynä Scardamalian (2002) tiedonrakentamisen periaatteet Hakkaraisen ym. (2005) esityksestä. Periaatteiden tarkoituksena on auttaa luomaan tiedonrakentamisen kulttuuria opetusryhmässä ja tukemaan taitojen kehittymistä. Tutkiva oppiminen sisältää näitä tiedonkäsittelyyn ja -rakentamiseen kuuluvia ajatuksia, jotka täyttävät myös yksilöllisen oppimisen piirteiden ulottuvuuksia. Tutkiva oppiminen rakentuu enemmän prosessimaiseen lähestymistapaan kuin tiedonrakentaminen. Hakkarainen ym. (2005) esittivät, että oppijat eivät selviä yksin aitojen ongelmien haasteesta

työskentelyssä. He tarvitsevat opettajan ohjausta ja tukielementtejä, kuten verkopohjaisen oppimisympäristön. Opettajan tehtäviin kuuluu työskentelyn aikana auttaa oppijoita arvioimaan saavutettua tietämystään ja siten ohjata vertais- ja itsearvioinnin kehittymistä tiedonrakentamisen edistämiseksi.

**Taulukko 2.** Tiedonrakentamisen periaatteet (Scardamalia, 2002).

Periaate	Merkitys
1. Todelliset ajatukset ja aidot ongelmat	Ongelmat, joilla on todellista koulutyötä ylittävää merkitystä.
2. Kehitettävissä olevat ideat	Ideota käsitellään kehitettävissä ja paranneltavissa olevina kohteina.
3. Ideoiden moninaisuus	Tutkimuksen edistymisen edellytys on tiedonrakennuskulttuurille olennainen piirre.
4. Kokoava pohtiminen (Raise above)	Ymmärryksen syventäminen tutkimuksen edistämiseksi esim. yläkäsitteillä ja tiivistelmillä.
5. Tiedollinen toimijuus	Vastuun ottaminen omasta toiminnasta ja kollektiivisen tutkimuksen kohteesta.
6. Yhteisöllinen tieto ja yhteisvastuu	Oppijan panostus yhteisen päämäärän ja ymmärryksen edistämiseksi.
7. Tiedon demokratisoituminen	Moninaisten tiedonrakentamisen polkujen ja käytäntöjen luominen kaikkia oppilaita koskevaksi.
8. Vastavuoroisen tietämyksen edistäminen	Hyvin toimivan yhteisön tuottama yksilötyötä laadukkaampi tietämys. Asiantuntemuksen jakaminen.
9. Läpäisevä tiedonrakentaminen	Osallistuminen tiedonrakentamiseen erilaisissa asiayhteyksissä, oppiaineissa ja eri luokkatasoilla.
10. Tietolähteiden kehittävä käyttö	Tietolähteiden käyttö oman tutkimusongelmaan vastaamisessa. Asiantuntijoiden käyttö keskusteluissa.
11. Tiedonrakentamista palveleva keskustelu	Tiedon edistämiseen tähtäävään keskusteluun sitoutuminen.
12. Jatkuva arviointi	Toiminnan ohjaus ja säätely. Saavutetun tiedon arviointi tiedonrakentamisen edistämiseksi ja suuntaamiseksi.

Hakkarainen (2009) esitti käsitteen knowledge practice, joka tarkoittaa henkilökohtaisia ja sosiaalisia käytäntöjä tiedon rakentamisessa. Sosiaaliset käytännöt ovat tässä katsannossa oleellisia ideoiden ja tiedon rakentamisessa. Ne liittyvät oppimisyhteisössä tapahtuvaan tietämyksen luomiseen. Usein tietokäytännöt tukevat rutiinioppimista, mutta dynaamisissa ympäristöissä niitä voidaan harjoittaa tarkoituksellisesti. Tiedon rakentamisen sosiaalisessa kulttuurissa tietoja ja taitoja on pyrkimys laajentaa asteittain. Tällöin tietokäytännöillä ja niiden harjoittamisella on merkitystä. Näitä taitoja on syytä tietoisesti kehittää.

### ***Tutkivan oppimisen osatekijät***

Tutkivan oppimisen prosessin alkuhetki on *tutkimuskontekstin luominen* (kuvio 1). Asiayhteys luodaan yleensä yhteistyössä opettajan ja oppijoiden kanssa josta-kin opetussuunnitelman oleellisesta ja oppimisyhteisön tärkeäksi kokemasta aiheesta. Oppimiselle antoisa konteksti on sellainen, josta oppijat eivät tiedä paljoakaan etukäteen, mutta on mielenkiintoinen ja monipuolinen tutkimustyölle. Kontekstin luominen auttaa oppijoita ankkuroimaan aihepiirin aikaisempaan tietämykseensä. Sen tarkoitus on herättää oppijoissa mielenkiintoa ja motivaatiota. Tässä alkusysäyksessä hyödynnetään oppijoiden luontaista kiinnostusta asioihin. Opettajalla on useita keinoja luoda mielenkiintoinen ja sykhdyttävä aloitus. Tässä voidaan käyttää apuna esimerkiksi videoita, opintokäyntejä, haastatteluita, kirjallisuutta siten, että asyayhteys muodostuu oppijoille mielenkiintoiseksi ja tärkeäksi. Hakkarainen ym. (2005) painottivat, että luomalla mielekäs konteksti voidaan tutkittavat ilmiöt liittää todellisen maailman ilmiöihin, joista oppijat ovat aidosti kiinnostuneita.



Kuvio 1. Tutkivan oppimisen osatekijät.

Oppijan kiinnostuksen, ihmetyksen ja aihepiirin luomisen jälkeen seuraa tärkeä tutkimuskysymysten eli *ongelmien asettamisen* vaihe. Oppijat saavat asettaa omia mielekkäitä tutkimuskysymyksiään selvittämistä vaativiin asioihin. Kysymysten teossa opettaja ohjaa oppijoita miettimään, millaiset kysymykset ovat hyödyllisiä, jotta aihepiiristä saadaan riittävästi tietoa oman ymmärryksen lisäämiseksi. Selvitystyötä vaativia tutkimuskysymyksiä ovat miten- ja miksi-alkuisen kysymykset, joiden avulla päästään myös tekemään uusia syventäviä kysymyksiä. Usein on hyödyllistä, että oppijat saavat yhdessä pohtia ja kirjoittaa niin monta

kysymystä kuin kontekstista keksivät. Aivoriihen jälkeen mietitään, mikä tai mitkä kysymyksistä ovat sellaisia, joiden kautta saadaan laajasti tietoa. Paras kysymys valitaan tutkivan oppimisen prosessin lähtökohdaksi.

Asetettuun tutkimuskysymykseen vastaaminen sen hetkisen oman tiedon mukaisesti muodostaa ensimmäisen *työskentelyteorian*. Hakkaraisen ym. (2005) mukaan työskentelyteorioilla tarkoitetaan oppijoiden omien intuitiivisten käsitysten muodostamista opiskeltavana olevista asioista. Ajatus on, että heitä ohjataan ajattelemaan aktiivisesti ja pohtimaan tutkittavia asioita syvällisemmin kuin tavallisessa opiskelussa. Tämä on siis tiedonrakentamisen lähtökohta. Alakoulun oppijoiden tutkivan oppimisen käytännön soveltamisessa on työskentelyteoriavaihetta kutsuttu myös omien selitysten tekemiseksi, mikä ohjaa nuorempia oppijoita nimenomaisesti omien käsitysten kirjaamiseen ennen uuden tiedon etsimistä ja opiskelua. Tässä vaiheessa oppijoille korostetaan, että ei ole tärkeää, kuinka oikein oma selitys on, vaan kuinka siitä päästää eteenpäin tutkimisessa ja oppimisessa. Oppijan metakognitiiviselle kehitykselle on prosessin eri vaiheissa hedelmällistä palata sen aikana syntyneisiin ja tallennettuihin työskentelyteorioihin ja pohtia, miten omat käsitykset ovat kehittyneet, mitä on opittu.

*Kriittisen arvioinnin* vaiheessa ohjataan yhteisö arvioimaan työskentelyteorioiden heikkouksia ja vahvuuksia. Hakkarainen ym. (1999, 2005) painottivat, että kriittistä arviointia tarvitaan ohjaamaan yhteisöjä älyllisissä ponnisteluissa ja arvioimaan, mitä tietoja ja taitoja tarvitaan tutkimuksen edistämiseksi. Oppimisyhteisön jäsenten kesken jaetaan tavallisesti kaikkien osallistujien työskentelyteoriat kriittistä arviointia varten. Yhteisön tuki teorioiden parantamiseksi edellyttää rakentavaa vuorovaikutusta ja sitoutumista siihen. Kaikkia oppijoita samanaikaisesti koskeva vuorovaikutus on mahdollista toteuttaa opettajan verkkoympäristöön rakentamaan keskusteluun, jossa yhteen foorumiin kirjataan sekä työskentelyteoriat että käydään niitä koskeva kriittisen arvioinnin palautekeskustelu tiedonrakentamisen ajatuksella.

*Syventävän tiedon etsintä* on erottamaton osa tutkivan oppimisen prosessia. Tässä vaiheessa etsitään uutta tietoa monista eri kulttuurisista lähteistä, kuten kirjoista, verkkolähteistä ja muista digitaalisista materiaaleista. Ulkopuolisten asiantuntijoiden haastattelut tai heidän osallistuminen verkkokeskusteluihin on hyvä autenttinen tietolähde ja tukee tiedon rakentumista. Tutkimuskysymyksestä voidaan suunnitella jokin oma koeasetelma, jonka tuloksia käytetään tietolähteenä ja verrataan muihin vastaaviin kokeiluihin. Ajatuksena on, että lähdetään testaamaan omaa selitystä löytyvän tiedon perusteella. Oppijat tekevät muistiinpanoja löytämästään sellaisesta uudesta tiedosta, jonka avulla he pystyvät vastaamaan kysymykseensä eli pystyvät tuottamaan itselleen uutta tietoa. Uuden tiedon etsintä edellyttää tiedonhankintataitojen oppimista ja suunnittelua. Oppijoita onkin ohjattava etsimään selittävää tieteellistä tietoa ja erottamaan tällainen tieto muun tiedon joukosta (Hakkarainen ym., 1999). Syventävää tietoa etsitään nimenomaisesti omaa selitystä varten. Näin ollen vastauksen rakentaminen vaatii oppijalta tähän

erityiseen tilanteeseen sopivaa työpanosta ja yhteistyötä muiden oppijoiden kanssa, sillä tietolähteistä ei yleensä löydy valmista vastausta omaan kysymykseen. Tämä edistää tutkivan oppimisen päämäärää ja tavoitetta siitä, että oppija oppii ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä syvällisesti opiskellessaan asiaa.

*Tarkentuvien ongelmien asettaminen* on tutkivalle oppimiselle oleellista, sillä se on luonteeltaan syvenevä prosessi, joka etenee tarkentavien kysymysten avulla. Näitä uusia kysymyksiä voidaan kirjoittaa muistiin tutkivan oppimisen työskentelyn eri vaiheiden aikana. On hyvä pysähtyä pohtimaan niitä kysymyksiä, joiden avulla työskentelyteoriaa voidaan syventää ja tarkentaa. Löydetyn tiedon yhdistäminen oppijan aikaisempaan työskentelyteoriaan saa aikaan uusia kysymyksiä. Hakkarainen ym. (1999) totesivat, että hiemankaan monimutkaisempaa ongelmaa ei voida selvittää pintapuolisella tai kertaluontoisella tiedon etsinnällä. Uutta syventävää tietoa lähdetään etsimään siten tarkentuvien kysymysten avulla.

*Uusien työskentelyteorioiden luominen* on looginen jatko tarkentuvien kysymysten avulla etsityn tiedon liittämiseksi edeltävään työskentelyteoriaan. Uusia työskentelyteorioita luodaan syntetisoimalla, yhdistämällä ja kokoamalla hankittua tietämystä ja syntyntä uutta ymmärrystä (Hakkarainen ym., 2005). Usein uudet työskentelyteoriat alistetaan jälleen oppimisyhteisön, esimerkiksi koululuokan tai oppijoiden muodostaman pienryhmän, kriittisen arvioinnin kohteeksi, mikä synnyttää taas tarpeen ja mielenkiinnon edelleen syventävän tiedon ja uuden työskentelyteorian kirjoittamiselle. Tällä tavoin tutkivan oppimisen sykli ohjaa yhä syvempien ja moniulotteisimpien vastausten kirjoittamiseen. Monimutkaisiin ongelmiin vastaaminen syvenevässä prosessissa vie oppijat tietämyksensä ja ajattelunsa äärirajoille. Se ikään kuin laajentaa ymmärryksen rajoja. Kun moniulotteiseen ongelmaan vastaamisessa saavutetaan syklisessä prosessissa edellä kuvattu tilanne ja voidaan yhteisesti tarkastella ja hyväksyä saavutettu vastaus, on työskentely aika päättää. Koululuokassa tyypillisesti osa oppijoista etenee yksittäisessä projektissa niin, että tutkivan oppimisen syklin mukainen prosessi työstehtään neljä tai viisi kertaa ja osa saavuttaa kahden työskentelyteorian tahdin. Oppijat saavat työskennellä kukin oman ajattelun ja oppimisen rajoilla. Tämän tutkivan oppimisen eriyttävän ominaisuuden ansioksi voidaan lukea se, että oppijat ovat tavallisesti hyvin sitoutuneita, motivoituneita ja ylpeitä saavuuksistaan lopputuotosten laajuuden varioinnista huolimatta.

Tutkivan oppimisen työskentelyssä päämääränä ei olekaan vain artefaktin, dokumenttien tai tuotosten valmistaminen. Artefaktien rooli tutkivassa oppimisessa on tukea oppimista. Niitä voi olla useita ja ne sijoittuvat tutkiva oppimisen matkalle muodostaen selittämistä tukevia osia. Tärkeää tutkivassa oppimisessa on Hakkaraisen ym. (1999) mukaan se, että työskentelyn tuloksena syntyy syvempää oppimista, uusia käsitteitä ja ideoita oppijan aikaisempaan käsitemaailmaan verrattuna. Tavoite ei siis ole rakentaa vain tuotosta, vaan hyödyntää prosessissa käsitteellisiä artefakteja, abstrakteja tieto-objekteja, joiden avulla selitetään ilmiöitä. Tutkimustuloksista voidaan laatia myös määrämuotoinen tutkimusraportti.

*Jaettu asiantuntijuus* on käsite, joka luonnehtii tutkivaa oppimista ja liittyy kiinteästi konstruktivistiseen tiedonkäsitteeseen. Tutkiva oppiminen ei painota ainoastaan oppimisen tutkimuksellisuutta ja kokeellisuutta, vaan myös yhteistyön ja vuorovaikutuksen merkitystä oppimisessa. Hakkarainen ym. (2005) painottivat, että tutkivan oppimisen tavoitteena on jakaa tutkimusprosessi ja sen edellä kuvatut osat (vrt. kuvio 1), koska oppiminen on yhteisöllistä, verkottunutta ja kulttuurisidonnaista, eikä pelkästään yksilön mielessä tapahtuvaa toimintaa. Jaettu asiantuntijuus on siten osa tiedonrakentamista. Jaetun asiantuntijuuden taustalla on ajatus prosessista, jonka avulla oppijoiden yhteisö saavuttaa enemmän kuin yksilö pystyisi itsenäisesti tuottamaan. Ilman osallistujien käsitystä siitä, että tieto rakentuu yhteistyössä ja auttaa jokaista oppimaan, ei jaetun asiantuntijuuden osalla tutkivassa oppimisessa olisi roolia. Tutkivan oppimisen kontekstissa tämä on mahdollista toteuttaa jo alakoulusta asti (Hakkarainen, Bollström-Huttunen, Pyysalo ja Lonka, 2005). Tämä prosessi sisältää tiedon jakamista, palautteen antamista ja saamista, suunnitelmallisuutta sekä kognitiivisten resurssien yhdistämistä tavoitetta varten niin, että tieto rakentuu yksilön tietämystä laajemmaksi ja syvemmäksi. Tynjälä (2002) huomautti, että tiedonrakentamista tiedon tuottajien välillä on harjoitettu yliopistoissa aina ja se on perusolemukseltaan sosiaalista toimintaa. Jaettu asiantuntijuus tutkivassa oppimisessa onkin sovellettu juuri tästä perinteestä käsin. Alakoulun oppijoille suunnatussa tutkivan oppimisen käsitteissä on jaetusta asiantuntijuudesta käytetty termiä yhteistyön tekeminen, mikä suorasanaishemmin kuvaa pienemmille oppijoille tutkivan oppimisen vaiheisiin kuuluvaa työskentelyä. Yhteistyöhön kuuluvat esimerkiksi kyseleminen, asioiden selittäminen ja jakaminen yhteisössä eri pedagogisia menetelmiä ja kanavia käyttämällä.

Tutkivan oppimisen osatekijöiden muodostamaa prosessia ei pidä ymmärtää liian mekaanisesti suoritettavana työnä, sillä jokainen vaihe voi herättää uusia kysymyksiä, jolloin tutkimuksen vaiheet toistuvat (Hakkarainen ym., 2005). Usein tutkimusprosessin syventyessä ja uusien kysymysten tarkentuessa edetään nopeastikin yhteistyön kautta syventävän tiedon etsintään.

Tutkiva oppimisen työskentelyssä oppija joutuu jatkuvasti tarkkailemaan omaa osaamistaan jakaessaan sitä muiden opiskelijoiden kesken. Oppijan on myös suunniteltava muiden osallistujien kanssa yhteistyössä työskentelyn etenemistä. Prosessin eteneminen tarkoittaa sekä oman toiminnan että yhteisen toiminnan suunnittelua. Tämä edellyttää kykyä hallita tiedontuottamista. Oppijoiden kykyä hallita yhteisöllisen tiedontuottamisen käytäntöjä voidaan Lakkalan (2012) mukaan edistää siten, että opetuksessa on myös metakognitiota ja itsesäätelyä tukevia elementtejä. Näitä ovat esimerkiksi kysymysten laatimisen ja kriittisen arvioinnin konkreettinen mallintaminen oppijoille vaihekuvausten tai kirjallisten ohjeiden avulla. Tynjälän (2002), Annevirran ja Iiskalan (2003) ja esimerkiksi Yhdysvaltain kansallisen tieteiden akatemian (2018) mukaan oman toiminnan tietöistä tarkastelua ja säätelemistä kutsutaan metakognitiiviseksi ajatteluksi, joka

voidaan jakaa metakognitiivisiin tietoihin ja taitoihin. Persoonan-, tehtävä- ja strategiatieto kehittyvät oppijan saadessa kokemuksia älyllisen toimintansa aikana. Oppimiselle ensisijaisia metakognitiivisia taitoja ovat ajattelun ja ongelmanratkaisutaidot, suunnittelu, oman toiminnan ohjaamistaito ja arviointitaito. Metakognitiiviset taidot kehittyvät tutkivan oppimisen työskentelyn taitojen kehittyessä. Metakognitiivisia taitoja ovat esimerkiksi oppimistavoitteiden tulkinta ja määrittely, tehtävien vaatimusten selvittely tai toimintatapojen valinta ja suunnittelu. Winnen, Hadwinin ja Perryn (2013) mukaan oppijaryhmän suunnitelmia usein kiihdyttää se jäsen, joka itse seuraa oppimistaan ja jakaa sen ryhmän kanssa. Oppijoiden oman toiminnan ohjaamistaitoon liittyy omien työtapojen ja niiden muutosten arviointi. Arviointia ovat lisäksi tarkistaminen ja testaaminen.

Edellä todettiin, että oppiminen on sekä sosiaalinen että yksilöllinen prosessi. Yksilön ja oppimisyhteisön tiedonrakentaminen ja sen kehittyminen osana työskentelyä on oleellista. Kehittämistyössä ohjauksella nähtiin tutkimukseen perustuvan olevan yhteys mielekkään oppimisen osatekijöihin kuten yhteisöllisyyteen, vuorovaikutukseen, reflektiivisyyteen ja konstruktiivisuuteen.

### ***Puhestrategioiden merkitys***

Scardamalia ja Bereiter (1994) totesivat, että teknologialla tuetussa oppimisympäristössä on samankaltaiset mahdollisuuden suulliseen vuorovaikutukseen kuin tavallisessa luokassa, mutta teknologiatuettu oppimisympäristö sallii välittömän, spontaanin ja helpon keskustelun. Samalla he totesivat, että em. ympäristö tuo pitkällä aikavälillä hyötyä reflektioon ja kirjoitettuun keskusteluun. Tutkivan oppimisen mukaisessa työskentelyssä kaikki opiskelijoiden tiedollinen informaatio ei kulje ohjaajan kautta, vaan se on vapaasti oppijoiden käsiteltävänä. Tämä tarkoittaa sitä, että oppijat luovat keskuudessaan tietämystä opittavina olevista asioista. Tässä kontekstissa varsinkin suullisella vuorovaikutuksella on oleellinen merkitys ja niinpä sitä tuleekin opettaa oppijoille. Mobiilissa oppimisympäristössä opiskelijat ovat etäämpänä ohjaajaa kuin perinteisessä tietokoneopetuksessa.

Aikaisemman tutkimuksen perusteellakin puhestrategioilla on merkitystä tiedonrakentamisen kehittämisessä tutkivassa oppimisessa. Hartikainen (2007) tutki seitsemäsluokkalaisten oppimisprosessia tutkivan oppimisen kontekstissa. Tutkimuksessa oppijoiden ryhmätyöskentelyssä oli Mercerin (1996) esitykseen viitaten retorista, kumulatiivista ja tutkivaa puhetta. Retorisia puhetapoja ovat yksinpuhe, toiset ohittava puhe ja suostutteleva puhe. Kumuloituva ja tutkiva puhe ovat puolestaan responsiivisia, interaktiivisia kommunikaatiotilanteita.

Mercerin (2000) mukaan kumuloituva puhe kokoo näkemyksiä yhteen ja täydentää alkuperäistä ajatusta. Tälle puhetavalle on tyypillistä, että yhteinen näkemys muodostuu esitetyt näkemykset yhdistämällä ja täydentämällä, eikä kriittisiä näkemyksiä esitetä. Tutkiva puhe perustuu kysymysten ja esitettyjen asioiden käsittelylle. Tutkivan puheen avulla näkemyksiä otetaan harkittaviksi, niitä kyseenalaistetaan ja haastetaan. Tutkivan puheen keskusteluissa esitetään perusteluja ja

vaihtoehtoisia ratkaisuja hylättyjen ajatusten tilalle. Mercerin (1996) mukaan tutkiva puhe on tehokkain tapa ratkaista yhteisöllisesti ongelmia.

Hartikainen (2007) totesi tutkimuksensa tuloksissa, että retoriset puhetavat eivät tukeneet oppijaryhmän yhteistä tiedonrakentelua tai yksimielisyyden saavuttamista tutkittavina olleista asioista. Yksinpuheen eräs funktio oli suunnata ryhmän toimintaa ja osallistaa muita tutkimustyöskentelyyn. Sitä käytettiin tehtävänä olleen tutkimuksen merkityksellistämiseen, mutta se ei johtanut kaikilla tutkituilla ryhmillä kollektiiviseen tiedon konstruointiin. Toiset ohittavan puheen tarkoitus oli jatkaa omien näkemysten esittämistä tai olla hyväksymättä toisen oppijan selvitystä asiasta. Näin haluttiin ohjata ryhmän työtä haluttuun suuntaan vailla riittäviä perusteita. Suostuttelevan puheen tarkoitus on myös ryhmän tehtävän ohjaaminen haluttuun suuntaan. Tälle puhetyypille on ominaista, että vaikka oppija kuuntelee ja kommentoi toisten ryhmän jäsenten selvityksiä, hän perustelee omia näkemyksiään siten, että saa muut luopumaan näkökulmastaan oman käsityksensä taakse. Sosiaaliset ulottuvuudet voivat vaikuttaa näiden puhetapojen esiintymiseen esim. siten, että niiden avulla puhuja saattoi vahvistaa omaa sosiaalista asemaansa.

Ainoastaan kumulatiivinen ja tutkiva puhe johti Hartikaisen (2007) tutkimuksessa ryhmän sisällä yhteiseen tiedonrakenteluun ja intersubjektiivisuuteen. Merkityskeskusteluiden aikana esiintyi oppijoiden välistä tiedon konstruointia, jolloin ryhmä saavutti yhteisymmärryksen tutkittavina olleista asioista ja osasi toimia yksimielisesti tutkimuksissaan eteenpäin. Tämä havainto on huomionarvoinen mielekkään oppimisen kontekstissa. Se kiinnittyy merkityksiä luovaan toimintaan, jossa oppijat sitoutuvat yhteiseen työskentelyyn ja vuorovaikutukseen luodakseen heille merkityksellisiä käsitteitä. Tutkivan puheen keskustelut olivat kriittisiä ja pohdiskelevia ja ne edistivät oppijoiden käsityksiä tutkittavasta ilmiöstä sekä tutkimuksen tekemisestä. Hartikainen totesikin, että tutkiva puhe näytti eniten edistävän oppijoiden ymmärrystä luonnontieteellisistä tutkimusprosesseista ja kehittävästä tutkimuksen tekotaidoista. Vaikka kaikilla puhetyypeillä voi olla oma tehtävänsä, tutkivan oppimisen näkökulmasta responsiiviset puhetavat ovat tehokkaimpia tutkivassa oppimisessa ja luonnonilmiöiden merkityksien tutkimisessa ja edustavat mielekkään oppimisen piirteitä.

Hartikaisen tutkimuksen mukaan myös opettajan käyttämällä puhestrategioilla on merkitystä oppijoiden tiedonrakentelun tukemisessa. Opettajan puhestrategioista dialoginen puhe tuki enemmän oppijoiden tiedonrakentelua kuin käskevä tai autoritääriäinen puhe. Mercer, Dawes, Wegerif ja Sams (2004) totesivat tietokoneavusteisen tiedeopetuksen ympäristössä toteutetussa tutkimuksen tuloksissaan, että lasten tutkivan puheen kehittyminen on voimakkaasti yhteydessä opettajan käyttämän tutkivan puheen kanssa. Lin ja Chan (2018) päättelivät tutkimuksensa perusteella, että opettaja voi ohjata oppijat pohtimaan heidän episteemistä keskusteluaan. Syventääksemme oppijoiden tiedonrakentelutaitoja on tärkeää auttaa



heitä ymmärtämään tieteellisen tiedon sosiaalista ja teoriarakentuvaa luonnetta sekä laatua ja keskustelun episteemisiä piirteitä.

Lipponen ym. (2003) osoittivat tutkimuksessaan, että verkkoympäristöt antavat mahdollisuuden aktivoida oppijat osallistumaan käytävissä oleviin keskusteluihin ja reflektointiin. Heidän tutkimuksensa kuitenkin osoitti, että keskusteluiden laadussa on parannettavaa, vaikka niihin hyvin osallistuttiinkin. Chan (2013) totesi, että yleinen haaste tietokoneavusteisessa yhteisöllisessä oppimisessä on se, että oppijat usein ajattelevat yhteisöllisyyden olevan enemmän tiedon jakamista, kuin tiedon rakentamiseen ja luomiseen pyrkivää keskustelua.

Aikaisempaan tutkimukseen sekä tutkijan kokemukseen nojautuen päätettiin tässä tutkimuksessa ohjata oppijoita johdonmukaisesti keskustelukulttuurin kehittämisessä. Oppijoille selvitettiin kumuloituvan ja tutkivan puheen käyttämistä ja merkitystä tutkivan oppimiselle. Puhestrategioiden opettamisella nähtiin olevan tärkeä merkitys keskustellen tapahtuvalle tiedonrakentamiselle, jota ryhmätyössä voidaan helpommin toteuttaa. Mercerin (1996) mukaan useimmilla yli yhdeksän vuotiailla lapsilla on hallussa ne kielistrategiat, joita tarvitaan tutkivan puheen käyttämisessä. Littleton, Mercer, Dawes, Wegerif, Rowe ja Sams (2005) esittivät, että on tärkeää opettaa lapsille, miten kommunikoidaan pienryhmissä. Opetus on tärkeää, koska keskustelutavoilla on mahdollisesti kestävä vaikutus oppimiseen. Oppijat tarvitsevat yhteiset säännöt keskustelua varten. Heidän on syytä olla tietoisia siitä, miten puhetta käytetään ajattelun välineenä, jotta he voivat ylläpitää yhteisöllistä keskustelua. Tässä tutkimuksessa tarkoituksena oli luoda aikaisempiin tutkimustuloksiin perustuen oppimisympäristö, joka tukee tiedonrakentamista sekä verkkokeskustelussa että pienryhmäkeskusteluissa.

## **2.5 Tieto- ja viestintäteknologian tukema mobiili oppimisympäristö**

Viime vuosikymmeninä ja erityisesti viime vuosina on maassamme ryhdytty yhä enemmän kiinnittämään huomiota myös *oppimisympäristöjen* kehittämiseen. Perinteisesti oppimisympäristöllä tarkoitetaan oppimiseen liittyvää fyysisen ympäristön, psyykkisten tekijöiden ja sosiaalisten suhteiden kokonaisuutta, jossa opiskelu ja oppiminen tapahtuvat (Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet, 2004). Fyysiseen oppimisympäristöön luetaan kaikki oppimista edistävät välineet ja materiaalit sekä rakennettu ympäristö ja ympäröivä luonto. Määritelmässä otetaan huomioon oppijan kehitys nykyaikaisen tietoyhteiskunnan jäseneksi käyttämällä hyväksi tietoverkkoja ja mediaa tietokoneiden avulla, sillä opetussuunnitelman perusteissa 2014 todetaan tieto- ja viestintäteknologian olevan olennainen osa monipuolisia oppimisympäristöjä. Fyysistä oppimisympäristöä ja kokonaisia koulurakennuksia perustettaessa otetaan nykyisin yhä enemmän huomioon opetuksessa käytettävät opetusmenetelmät. Psyykkinen ja sosiaalinen oppimisympäristö käsit-

tää niin oppijan henkilökohtaiset kognitiiviset ja emotionaaliset tekijät kuin vuorovaikutukseen ja ihmissuhteisiin liittyvät tekijät. Oppimisympäristöjen pedagoginen näkökulma käsittää käytettävät opetusmenetelmät ja sen, miten ne tukevat oppimista. Oleellista on, että oppimisympäristö rakennetaan siten, että se kokonaisuutena tukee kasvua ja oppimista, jolloin vastuuta sen rakentamisesta ja ylläpitämisestä kuuluu sekä opettajille että oppijoille. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa 2014 määritellään, oppimisympäristöjen tulee entistä enemmän edistää vuorovaikutusta, osallistumista ja yhteisöllistä tiedonrakentamista. Tavoitteena on pedagogisesti monipuolinen ympäristö ja joustava kokonaisuus. On huomionarvoista, että nämä piirteet on kuvattu tutkimuksen perusteella jo vuosituhannen vaihteessa. Bransford, Brown ja Cocking (2000) määrittelevät kirjassaan *How People Learn* tutkimukseensa perustuen oppimisympäristöjen suunnittelua oppijoiden, opettajien ja tehokkaan opettamisen näkökulmasta.

*How People Learn II*-teoksessa (2018) esitellään tutkimukseen perustuen oppimisympäristöajattelun kehittymistä. On osoitettu, oppijoiden kokemaa määräysvaltaa oppimisympäristössään on tärkeää. He ottavat silloin todennäköisemmin haasteita vastaan ja jatkavat vaikeita tehtäviä verrattuna niihin, jotka kokevat, että heillä on vähän kontrollia omaan oppimisympäristöönsä. Tutkimuksissa on saatu viitteitä, että oppijan mahdollisuus tehdä pieniäkin mielekkäitä valintoja opetuksen aikana tukee itsenäisyyttä, motivaatiota, oppimista ja saavutuksia. Tutkimukset ovat osoittaneet, että teknologialla tuetuissa oppimisympäristöissä on ainakin kaksi tärkeää piirrettä. Ne näyttävät optimoivan motivaatiota ja antavat mahdollisuuden kommunikoida muiden ihmisten kanssa, mikä on erityisen hedelmällistä, kun oppijat ovat itsesäätelystrategioidensa kehittämisen alkutaipaleella.

Bransford ym. (2000) määrittelivät *neljä piirrettä*, jotka on otettava huomioon uudenaikaisia ja tehokkaita oppimisympäristöjä suunniteltaessa. Ensimmäinen piirre koskee oppimisympäristössä oppijan asemaa. *Oppijakeskeisessä oppimisympäristössä* opiskelijat rakentavat tietämystä (knowledge) opettajan rakentamassa oppimistilanteissa. Oppijakeskeiset ympäristöt yrittävät auttaa oppijoita muodostamaan yhteyksiä aikaisemman tietämyksen ja käsillä olevan välillä. Jokainen oppija kehittää omaa tietämystään ja kognitiivisia resursseja. Krajcik ja Blumenfeld (2006) totesivat, että oppimistieteellinen tutkimus on osoittanut kognitiiviset työkalujen tärkeyden oppijalle. Kognitiiviset työkalut voivat vahvistaa ja laajentaa oppimista. Näitä ovat esimerkiksi kaaviot. Erilaisia tietoteknologian sovellukset voidaan käsittää kognitiivisina työkaluina, koska oppija voi niillä tehtyjen tehtävien avulla laajentaa tietämystään. Toiseksi oppimisympäristö on *tietokeskeinen* (knowledge centered), kun opettaja yrittää auttaa oppijoita kehittämään ymmärrystä ja käsitteitä tutkittavasta alasta. Ei riitä, että opetetaan yleisiä ongelmanratkaisua- ja ajattelutaitoja, sillä kyky ajatella ja ratkaista ongelmia vaatii aina oppimistilanteissa hyvin organisoidun ja saatavilla olevan asianmukaisen alakohdallisen tiedon. Krajcik ja Merrit (2012) painottivat tietokäytäntöjä luonnontieteellisen oppimisen ja opetuksen oppimisympäristössä työskennellessä. Näitä ovat

esimerkiksi tieteellisen päättelyn, kriittisen ajattelun ja tieteellisten käytänteiden käyttöä. Käytännöt tarkoittavat kyselyitä, havainnointia, päätelmiä, luokittelua, ennustamista, mittaamista ja tulkintaa. Krajcik ja Shin (2015) jatkoivat, että tavoitteena on löytää tapoja integroida tieto siten, että opiskelijat voivat hyödyntää ymmärrystään ongelmien ratkaisemiseksi, tehdä päätöksiä ja oppia uusia ideoita. Kolmas piirre liittyy oppimisympäristössä tapahtuvaan jatkuvaan *arviointiin ja keskusteluun*. Opettajan tehtävänä on yrittää tehdä oppijoiden ajattelusta näkyvää, jotta siitä voidaan keskustella ja sitä voidaan selvittää. Opiskelijan on esimerkiksi tämän mukaan esitettävä keskusteluissa argumentteja eli perusteltuja väittämiä esityksensä tueksi. Edelleen oppijat on hyvä ohjata keskustelemaan ratkaisuihinsa tutkittaviin ongelmiin. Oppijoiden on lisäksi tehtävä ennusteita tutkittavista ilmiöistä. Tarvitaan siis formatiivista arviointia, jotta oppijoiden on mahdollista arvioida ja parantaa omaa ajatteluaan ja oppimistaan. *Oppimisympäristön yhteisökeisyys* on Bransfordin ym. (2000) ja *How People Learn II*-teoksen (2018) mukaan oppimisympäristöissä merkittävää, koska oppimiseen vaikuttaa oleellisesti osallistujien vuorovaikutus. Se, miten oppijat keskustelevat ajatuksista ja ideoista, tukee oppijoiden kykyä muodosta yhteyksiä käsiteltävistä asioista. Oppimiselle on myös merkittävää, että oppijat tietävät mikä on keskustelun konteksti. Tämän näkökulman mukaisesti koulussa opettaja luo kontekstin ja perustaa normit siitä, millä tavoin oppiminen ja ymmärtäminen ovat tärkeitä oppimisympäristössä. Oppijat saavat vapaasti tutkia asioita, joita he eivät ymmärrä. Tähän piirteeseen liittyy yhteisöllisyyden tunne. Ihannetapauksessa oppijat, opettajat ja muut osalliset jakavat työskentelyn normit ja arvostavat laadukasta opiskelua ja oppimista. Työskentelyn normeja ovat esimerkiksi osallistujien välinen vuorovaikutus, palautteen saaminen ja oppiminen. Tämä sisältää siten ajatuksen, että ihmiset oppivat toinen toisiltaan. He yrittävät jatkuvasti parantaa suoritustaan. Nämä neljä piirrettä on rakennettava ja suunniteltava käytännön oppimisympäristössä siten, että ne vastavuoroisesti tukevat toisiaan. Bransfordin ym. kuvaama oppimisympäristö sopi linjakkaasti mobiilin oppimisympäristön suunnittelun perusteeksi.

Laaja joukko suomalaisia tutkijoita (Häkkinen, Juntunen, Laakkonen, Leino, Sommers-Piiroinen, Tanhua-Piiroinen & Viteli, 2014) määrittivät tämän päivän oppimisympäristöä kokonaisuudessaan siten, että siinä integroituvat fyysinen ja virtuaalinen, henkilökohtainen ja jaettu, formaali, informaali ja nonformaali sekä globaali ja paikallinen toiminta. Tässä kontekstissa tieto- ja viestintäteknologian käyttö on oleellisessa roolissa oppimisympäristön työvälineenä. Yksin internetin välityksellä toimivista oppimisympäristöistä on käytetty monia eri nimityksiä. Tässä tutkimuksessa tieto- ja viestintäteknologian tukemasta sähköisestä verkko-oppimisympäristöstä käytetään käsitettä verkkoympäristö.

Teknologian hyödyntämisessä opetuskäyttöön on käytetty usein käyttötarkoitusta kuvaavaa terminologiaa. Pöytätielokoneiden yleistyessä kouluissa tietokoneavusteinen oppiminen (*e-learning*, *e-oppiminen*) tuli mahdolliseksi. Tällöin puhutaan esim. yksittäisistä opetusohjelmien käytöstä ja oppimista varten internetiin

suunniteltujen verkkoympäristöjen hyödyntämisestä. Traxlerin (2005) mukaan e-learningin määritelmä liittyy nimenomaisesti pöytätietokoneiden käyttöön. Laouris ja Eteokleous (2005) luonnehtivat e-oppimista luokkahuoneparadigmaan sopivaksi, interaktiiviseksi, yhteisölliseksi, melko formaaliksi oppimiseksi. Clark ja Mayer (2011) laajensivat e-learning -käsitteen koskemaan myös liikuteltavia laitteita. Heidän mukaansa oleellista on, että teknologian käyttö on suunniteltu tukemaan yksilön oppimista ja yhteisön tavoitteita. Se voi olla itseoppimista tai yhteisöllistä.

Park (2011) jatkaa, että mobiili oppiminen (*mobile learning, m-learning*) kehittyi edellä mainitun pohjalle liikuteltavan teknologian kuten matkapuhelimien ja taulutietokoneiden eli tablet-laitteiden (-tietokoneiden) yleistyessä. Traxlerin (2005) mukaan mobiili oppiminen on minkä tahansa liikuteltavan laitteen avulla toteutettavaa oppimista, erotuksena paikallaan olevien pöytätietokoneiden avulla toteutettavaan e-oppimiseen. Laouris ja Eteokleous (2005) puolestaan kuvaavat mobiilia oppimista ympäristöstä ja ajasta vapaaksi pedagogiikaksi, jossa on mahdollista hetkeen, sosiaalisiin kontakteihin ja verkostoihin liittyvä yhteisöllinen tiedonrakentelu. Crompton (2014) lisäsi edellisiin, että mobiiliin oppimiseen liittyy oppiminen eri yhteyksissä, sosiaalisen sisällön kautta oppiminen ja vuorovaikutus oppimisyhteisön kesken. Crompton korosti edelleen, että sähköisen teknologian oppimiskäytön kehitykseen on aina vaikuttanut pedagogisten teorioiden huomioiminen ja oppimisympäristöajattelu.

Ubiikki oppiminen on Parkin (2011) mukaan nimensä mukaisesti kaikkialla läsnä olevaa oppimista (*ubiquitous learning, u-learning*). Ubiikissa oppimisessa teknologia sulautuu osaksi oppimisympäristöä ja päivittäistä toimintaa, jolloin oppimista tapahtuu kaikkialla. Park määritteli, että ubiikissa oppimisessa oppijoilla on pääsy moniin eri verkkopalveluihin ja opettajalla on asiantuntijan rooli. Kumpulainen, Krokfors, Lipponen, Tissari, Hilppö ja Rajala (2010) huomauttivat, että ubiikeissa oppimistilanteissa oppijat voidaan asettaa erilaisiin aloitteellisiin rooleihin, joissa he voivat tuoda esille omia mielipiteitään ja rakentaa tietoa muiden kanssa. Luokan aktivoivat vuorovaikutuskäytännöt ovat tärkeässä osassa siinä, että oppijaa ei käsitetä passiiviseksi vastaanottajaksi.

Käsite Blended Learning liitetään Suomessa sulautuvan oppimisen käsitteeseen (Joutsenvirta & Myyry, 2010). Sulautuvassa opetuksessa voidaan hyödyntää erilaisia toimintatapoja lähi- ja etäopetuksen yhdistämisessä, kuten pienryhmytyöskentelyä, vertaisvuorovaikutusta ja yhteisöllistä ja itsenäistä tiedonrakentamista. Keskusteltaessa puhtaasta e-oppimisen ympäristöstä, mobiilista oppimisympäristöstä tai ubiikin piirteiden varaan rakennetusta ympäristöstä voidaan todetta, että niihin sisältyy paljon samoja piirteitä pedagogisessa mielessä. Crompton (2014) totesi, että mobiilia oppimista ja oppimisympäristöä määritellään alati uudestaan, koska ne kehittyvät jatkuvasti. Hän on katsaustutkimuksessaan havain-

nut kuitenkin neljä yhteistä piirrettä, jotka mainitaan mobiilista oppimisesta ja ympäristöstä keskusteltaessa. Niitä ovat mobiiliin ympäristöön soveltuva pedagogiikka, mobiilit laitteet, oppimisen konteksti ja sosiaalinen vuorovaikutus.

Sinha, Rogat, Adams-Wiggins ja Hmelo-Silver (2015) totesivat, että koska tietokoneavusteiset oppimisympäristöt ovat monimutkaisia, niiden ymmärtäminen vaatii monipuolista käsitteellistämistä, jotta voidaan ymmärtää, miten teknologian tarjoumia voidaan hyödyntää. He päättelivät, että opettajien käyttöön olisi luotava monipuolinen, jaettu ja kontekstuaalinen operatiivinen malli, joka ulottuu osallistumismahdollisuuksien lisäksi myös oppijoiden sosioemotionaaliseen vuorovaikutukseen. Se helpottaisi heidän mukaansa erityisesti oppijoiden sitoutumista ja-ettuihin tehtäviin, joka on tärkeää tietokoneavusteisessa tutkivassa oppimisessa. Tennon (2011) tutkimuksessa ilmeni, että positiiviset kokemukset verkkoympäristössä lisäsivät verkkotyöskentelyn mielekkyyttä. On siten tarve käyttää tuttuja merkityksiä ja käytänteitä verkkoympäristön rakentamisessa.

Tutkivan oppimisen pedagogiikkaa on kehitetty erityisesti teknologian tuke-  
maa toimintaympäristöä varten. Kaikkia tutkivan oppimisen osa-alueita voidaan toteuttaa tietotekniikan tukemana siten, että se auttaa oppimista ja tutkimista sekä tukee yhteisöllisyyttä. Internetin välityksellä toimivia oppimisympäristöjä on valmiste-  
tu ja kehitetty myös tutkivan oppimisen pedagogiikan lähtökohdista. Suomessa esimerkiksi FLE-ympäristö (Future Learning Environment) on tästä hyvä  
esimerkki (Rubens, Emans, Leinonen, Gomez Skarmeta & Simons, 2005). FLE:tä  
kehitettiin vuodesta 1997 alkaen Taideteollisen korkeakoulun Medialaboratorion  
kehitysprojektina. Oppimisympäristöä on käytetty sekä yliopistossa että lukioissa  
ja peruskouluissa. Kanadassa, jossa tiedonrakentamisen pioneerit Carl Bereiter ja  
Marlene Scardamalia työskentelevät, on kehitetty Knowledge Forum -niminen  
verkkoympäristö tiedonrakentelun sekä tutkivan ja yhteisöllisen oppimisen lähtö-  
kohdista (Tarchi, Chuy, Donohue, Stephenson, Messina & Scardamalia 2013).  
Tarchin ym. mukaan tiedonrakentaminen tukee jatkuvaa luovaa työskentelyä ja  
mielekkäällä tavalla lukutaidon ja laaja-alaisten taitojen kehittymistä.

Suomessa valtiovalta ja kunnat ovat suunnanneet oppimisympäristöjen kehit-  
tämiseen huomattavia voimavaroja. Oppimisympäristöjen kehittämisen tavoit-  
teena on tieto- ja viestintäteknologian ja muun teknologian monipuolinen, inno-  
vatiivinen opetuskäyttö. Tämän avulla tavoitellaan opettajien ja opiskelijoiden tie-  
toyhteiskuntavalmiuksien paranemista (Opetus- ja kulttuuriministeriö: Koulutuk-  
sen tietoyhteiskuntakehittäminen 2020, 2010).

Tieto- ja viestintäteknologia ja sen käyttö on olennainen integroitunut osa op-  
pimisympäristöä. Painotus ja käsitys tieto- ja viestintäteknologian käytöstä osana  
oppimisympäristöä ja oppimista on muuttunut oleellisesti viimeisen kymmenen  
vuoden aikana. Tämä näkyy hyvin opetussuunnitelmien perusteissa 2004 ja 2014.  
Edellisessä suunnitelmassa tieto- ja viestintäteknologian käytöllä tuli antaa mah-  
dollisuus ja tilaisuus oppijan kasvaa tietoyhteiskunnan jäseneksi. Jälkimmäisessä  
tieto- ja viestintäteknologian käyttö käsitetään välttämättömäksi yleissivistäväksi

taidoksi osana laaja-alaista osaamista ja oppimisympäristöä, jossa vahvistetaan oppijan osallisuutta, yhteisöllisen työskentelyn taitoja ja uusien tieto- ja viestintä-teknologisten ratkaisujen käyttöä. Oleellinen ero näiden perusteiden välillä on niiden velvoittavuudessa: uuden opetussuunnitelman 2014 perusteet velvoittavat kouluja luomaan oppimisympäristöjä, joissa edellä kuvattu toteutuu.

Mobiilien laitteiden käytön yhteydessä on tutkittu laitteen tuomia tarjoumia, laitteen mahdollisuuksia tai sovelluksia, jotka yhdistävät käyttäjän ja teknologian. Laru (2012) esitti, että mobiili teknologia tarjoaa käyttäjilleen teknologiset, sosiaaliset ja pedagogiset tarjoumat. Arminen ja Raudaskoski (2003) esittivät, että tarjoumien merkitykselliset ominaisuudet syntyvät ihmisen ja ympäristön osien muodostaman järjestelmän toiminnan tuloksena. He selostavat, että todelliset, valmistajien suunnittelemat rakennetut tarjoumat eivät ole niin merkittäviä käyttäjille kuin havaitut tarjoumat, jotka kertovat käyttäjille minkälaista toimintaa laite sallii tehdä.

Tieto- ja viestintäteknologian tukema mobiili oppimisympäristö rakentuu tässä tutkimuksessa mobiilien tablet-laiteiden, verkkoympäristön sekä tutkivan oppimisen pedagogian varaan. Siihen sisältyy e-oppimisen piirteitä, kuten verkkoympäristön hyödyntäminen. Mobiilin oppimisen piirteitä puolestaan esiintyy tutkimuksen oppimisympäristössä oppijoiden vapaana liikkumisena työskentelyn aikana, jossa on monimuotista sosiaalista kanssakäymistä. Oppijat työskentelevät myös kotona henkilökohtaisella laitteella oppimistehtävien, tiedonrakentelukeskusteluiden ja oman tiedonhaun tehtävien parissa. Edellä esitetyt piirteet tuovat tutkimuksen oppimisympäristöön myös teknologian ja toimintatapojen sulautuvan ja ubiikin luonteen.

## **2.6 Tutkiva ote ja tutkiva oppiminen luonnontieteiden opetuksessa**

Luonnontieteiden opetuksella nähdään yleisesti olevan vakiintuneita tehtäviä (vrt. Ahtee, 1991; Songer, Hee-Sun & McDonald, 2003). Opetuksen tulee lisätä oppijoiden kiinnostusta luonnontieteitä ja erityisesti luonnontieteiden opiskelua kohtaan. Lavonen ja Laaksonen (2009) havaitsivat PISA 2006 tutkimuksessaan, että enemmistö suomalaisista nuorista arvostaa luonnontieteitä ja heidän asenteensa ovat myönteiset. Nuoret olivat sitä mieltä, että luonnontieteellä on tärkeä ja oleellinen osa maailmassa ja ympäröivän luonnon ymmärtämisessä. Se kuuluu oleelliseen osana heidän tulevaisuutensa. Nuoret eivät kuitenkaan ole keskimääräisesti kiinnostuneempia jatkamaan luonnontieteen opintojaan tai työskentelemään tiedeammateissa. Toiseksi oppijan on tärkeä oppia tekemään järkeviä tutkimuskysymyksiä ja suunnittelemaan sellaisia tutkimuksia, joilla kysymyksiin saadaan vastauksia. Kolmanneksi tavoitteena on, että oppija oppii tekemään aineiston pohjalta johtopäätöksiä ja argumentoimaan niitä. Kesonen, Leinonen, Herranen, Asikainen ja Hirvonen (2017) esittivät, että painottamalla opetuksessa argumentointitaitojen

oppimista voidaan tukea luonnontieteiden sisältöjen oppimista, tiedon muodostuksen ymmärtämistä ja kriittisen ajattelun ja vuorovaikutustaitojen kehittymistä. Kriittistä ajattelua ei nähdä kielteisenä suhtautumisena uuteen, vaan avoimuutena ja haluna omaksua tietoa oppijan omaa reflektiivistä ja konstruktivistista ajattelua varten. Padget (2013) esitti, että luovuus ja kriittinen ajattelu kulkevat käsi kädessä ja tarjoavat erilaisia tapoja ymmärtää tilanne. Kriittinen ajattelu esitetystä ongelmasta voi johtaa rakentavaan ratkaisuun. Neljäntenä tavoitteena on, että oppija oppii selittämään havaintojaan ja kokemuksiaan tukeutumalla luonnontietoon. Tiedon kriittinen arviointi on myös tärkeä osa luonnontieteellisen tiedon ymmärtämistä ja ajattelutapaa, johon pelkkä tulosten tunteminen ei riitä. Nämä tavoitteet ovat sisältyneet myös PISA 2006 ja 2015 luonnontiedon osaamisen arvioinnin viitekehykseen, joka koostuu kontekstista, kompetensseista, tietämyksestä ja asenteista.

Luonnontieteiden opetuksessa on pitkä traditio, jossa on pyritty kehittämään tieteenalan mukaisia työtapoja. Ahteen (1991) mukaan perustana ovat olleet ajattelun kehittämiseen eri tavoin tähtäävät menetelmät. *Ennakkojäsentäminen* työtapana perustuu oppiaineen jäsentämiseen opettajajohtoisesti mielekkäällä tavalla, jolloin oppija joutuu uuden tiedon käsittelyssä kertamaan entisiä tietojansa ja ajattelumallejaan. *Kyselyn harjaannuttaminen* on tieteenalalle tyypillistä toimintaa, jolloin ajattelua kehitetään kysymysten tekemisellä. Opettajan tehtävä on ohjata kysymykset fokukseseen. *Induktiivista päättelyä* on kehitetty *luokitteluun perustuvan työtavan* avulla, jolloin opettaja antaa esimerkkejä oppijoiden tunnistettavaksi ja käsitteiden muodostamiseksi. Tavoitteena on ymmärtää käsitteen muodostuminen. Toisaalta *deduktiivisen ajattelun* soveltaminen luonnontieteellisiin käsitteisiin teorialähtöisesti ja ennusteita tehden on myös käytetty työtapana. Oppijakeskeisempänä työtapana on pidetty ns. *oppimissykli*-työtapaa, jossa oppijat keskustelevala valitusta ilmiöstä ennen opettajajohtoista yhteenvetoa käsitteiden muodostamiseksi. *Luonnontieteellisen tutkimuksen* työtavassa asetetaan koko luonnontieteellisen tutkimuksen menetelmä oppimisen ja ymmärtämisen kohteeksi. Tavoite on saavuttaa ehyt kuva opiskeltavasta asiasta hajanaisen tiedon sijaan käyttäen edellä esitettyjä työtapoja. Luonnontieteiden opetuksessa on viime vuosikymmenten aikana hyödynnetty tietoverkkoja, tietokonesovelluksia ja sosiokonstruktivistisia työtapoja. Tutkiva oppiminen voidaan luonnontieteiden opetuksessa nähdä kaikkia edellä mainittuja työtapoja yhdistävänä pedagogisena suuntauksena.

Luonnontieteiden opetuksessa on perinteisesti keskitytty enemmänkin tieteenalojen saavutuksien opiskeluun ja opetteluun kuin opetettu oppiaineryhmälle ominaisia tutkimuksellisia lähestymis- ja työtapoja. Luonnontieteiden opetuksessa on viime vuosikymmeninä myös tuotu vahvasti esiin sosiokulttuurinen näkökulma. Lavonen ja Meisalo ym. (2000) kuvasivat useita luonnontieteiden ja teknologia-kasvatuksen opiskeluun sopivia yhteisöllisiä opiskelumenetelmiä, joissa yhdisty-

vät ongelma- ja prosessikeskeisyys sekä luovat ryhmäprosessit ja työtavat. Tällainen on esimerkiksi edellä mainittu oppimissyklityötap, jonka lähtökohta on ongelma-perusteinen. Syklin kolme vaihetta ovat tutkimuksen tekeminen, käsitteen muodostaminen ja käsitteen soveltaminen. Työtavassa etsitään ja muodostetaan mielekkäitä kokonaisuuksia. Työskentely edellyttää omatoimisuutta omassa ja ryhmän työskentelyssä. Kriittisyys näkyy ongelmien ratkaisujen perusteluissa. Vastuullisuus näkyy opiskelun omistajuutena. Tavoitteena on myös oppimisstrategioiden ja metakognitiivisten taitojen kehittyminen. Tutkivat työtavat mahdollistavat luovien prosessien synnyttämisen. Sahlberg, Meisalo, Lavonen ja Kolari (1994) selittivät, että luovaan ongelmanratkaisuun kuuluu avoin prosessi. Silloin ongelmia ratkaistaan käyttämällä erilaisia luovia ja joustavia pedagogisia menetelmiä. Luova prosessi ei kuitenkaan sulje pois kriittistä ajattelua. Kriittistä ajattelua tarvitaan esimerkiksi tutkimuskysymysten perusteluun, ideoiden arviointiin ja hyväksymiseen. Nämä voivat olla syntyneitä avoimen luovan prosessin avulla. Luovaa ja kriittistä ajattelua ei siis voida erottaa erillisiksi prosesseiksi. Meisalo ja Lavonen (2000) esittivät yksilön luovan työskentelyn alueet seuraavasti: ongelman tajuaminen, asennoituminen parannusta vaativassa tilanteessa, ideointikyky, suhtautuminen omiin ideoihin, suhtautuminen muiden ideoihin, tiedonkäsitys, kuunteleminen, näkemykset, ajattelutavat, riskinotto, sitkeys sekä oma ja toisten omanarvontunto.

Lemken (2001) mukaan luonnontieteiden opetuksen ja oppimisen tutkijoiden aikaisemmin kognitiiviseen psykologiaan painottuneet opinnot olivat esteenä luonnontieteiden sosiokulttuuriselle tutkimukselle. Suuntaus elpyi vasta viime vuosikymmeninä. Lemken (2001) mukaan sosiokulttuurinen näkemys luonnontieteiden opetuksessa tarkoittaa sen näkemistä sosiaalisena toimintana institutionaalisessa ja kulttuurisessa viitekehyksessä. Esimerkiksi Torn (2006) totesi, että opettajan tai toisen oppijan demonstraation seuraaminen on passiivista kokemista ja sellaisena melko tehotonta verrattuna vertaisryhmässä toteutuvaan tiedonrakentamiseen, jossa demonstraatiot pohjustetaan pohtivaksi tutkimukseksi. Minner, Levy ja Century (2010) huomauttivat, että luonnontieteiden opiskelumenetelmät, jotka aktiivisesti sitovat opiskelijat työskentelyyn, todennäköisemmin laajentavat opiskelijoiden ymmärrystä paremmin kuin pelkät perinteiset passiiviset ja vastaanottavat opiskelumenetelmät.

Hartikainen (2007) totesi, että yhä useammin luonnontieteiden opetuksen tutkimuksissa tutkitaan autenttisia opetustilanteita, joissa kohteena on opettajan ja oppijaryhmien toiminta eri tavoin järjestetyissä vuorovaikutustilanteissa. Hakkarainen (2009) painotti, että tiedonrakentaminen ei ole ainoastaan oppijoiden ideoiden kasaamista yhteen, vaan on riippuvainen vastaavasta muutoksesta sosiaalisten tietokäytäntöjen parissa. Tämä tuo sosiokulttuuriin toimintatapoihin syvemmän vaatimuksen ja haastaa perinteisen koulukulttuurin. Hartikainen (2007) päätteli, että opettajan ohjaus ja oppijoiden interpsykologisten oppimisprosessien ja tutkivan oppimisen tukeminen edellyttävät laajempaa koulukulttuurin muutosta.



Tutkimustulosten mukaan verkkoympäristöt ja tieto- ja viestintäteknologia voivat palvella tutkivan oppimisen käytäntöjä ja toimia monella tavalla tutkimuksen teon ja oppimisen resurssina. Viilon ym. (2018) tutkimuksessa verkkoympäristöllä oli selvä rooli jokaisessa tutkivan oppimisen mukaisen työskentelyvaiheen käytännöissä.

Bennett, Lubben, Hogarth ja Campbell (2005) kartoittivat pienryhmäkeskusteluiden käyttöä tiedeopetuksessa ja niiden vaikutuksia opiskeltavien asioiden ymmärtämisessä 11–18-vuotiaiden oppijoiden keskuudessa Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Britanniassa. Pienryhmät toimivat yhteisöllisesti keskustellen ja tietoa rakentaen. Bennett ym. esittivät, että pienryhmäkeskustelut edistävät oppijoiden yhteisöllistä päättelyä ja parantavat heidän metakognitiivista tietämystä yhteisöllisestä toiminnasta. Lisäksi pienryhmäkeskustelut kehittävät oppijoiden kykyä konstruoida monipuolisia argumentteja. Lisäksi heidän mukaansa on näyttöä siitä, että onnistunut viestintä ryhmän sisällä perustuu erilaisiin näkemyksiin (internal conflict) ja johtaa opiskelijoiden ymmärryksen merkittävään paranemiseen todisteista. Harlen ja Qualter (2014) painottavat myös pienryhmäkeskusteluiden tärkeyttä luokkatyöskentelyssä. Oppijoiden dialoginen keskustelu on tärkeässä osassa ymmärtämisen kehittämisessä. Stolpe ja Frejd (2014) tutkivat sosiokulttuurisesta näkökulmasta kolmasluokkalaisten vertaisyhteistyötä ja heidän käsityksiään eläinten lajiutumisesta. He tulivat siihen tulokseen, että lapset pystyvät kehittämään aikaisemman tutkimuksen mukaisesti tieteellisiä käsityksiään vertaisyhteistyössä. Samalla he esittivät, että vertaisyhteistyön avulla myös nuoremmilla oppijoilla on mahdollista kehittää käsityksiään pidemmälle kuin yksilöllisissä oppimistilanteissa. Mainitut esimerkit valottavat sosiokulttuurista näkemystä ja tutkivaa otetta luonnontieteiden opetuksessa.

Esimerkiksi Marianne Bollström-Huttunen on toteuttanut useita eri oppiaineraajat ylittäviä projekteja, joissa teknologian tukema tiedonrakentelu ja pienryhmätyöskentely ovat tärkeässä roolissa (ks. Hakkarainen ym., 2005; Viilo, 2018). Torn (2006) esitti alaluokkien kemian opiskelun ohjeeksi tutkivan oppimisen ja tutkivan työotteen. Tutkivaan työotteeseen ja tutkimukseen kuuluvat osina ennuste eli hypoteesi, ennusteen testaava työ ja sen havainnon sekä johtopäätökset havainnoista. Hän esitti myös, että tutkimus voi olla uuteen asiaan perehdyttävää lähdeaineiston tutkimista, seulomista ja lajittelua. Viirin (2005) mukaan fysiikan ja kemian opetuksessa alakoulussa oleellista on tarkastella aiemmin opittua ja hyödyntää sitä uutta opittaessa, eli perustaa opetus oppijoiden olemassa oleviin tietorakenteisiin. Ajatus toteutuu tutkivan oppimisen työtavassa.

Tutkijan omia alakoulun luokilla toteuttamia tutkivan oppimisen projekteja on toteutettu ja julkaistu, esim. biologiassa kasvupaikkatekijöistä (Salmivirta ym. 2010), jossa tutkivaa oppimista käytettiin kolmasluokkalaisten oppijoiden kanssa. Projektissa käytettiin ja harjoiteltiin sosiokulttuurisia työtapoja tieto- ja viestintäteknologian tukemana. Pedagogiset ratkaisut työskentelyssä sisälsivät opettajan

esittävää opetusta, pienryhmätyöskentelyä ja koko luokan yhteisöllistä työskentelyä. Näitä toteutettiin sekä verkko-opetuksena että luonnossa havaintoja mittaamalla ja kirjaamalla. Projekti eteni tutkivan oppimisen mukaisesti ja päättyi kukin pienryhmän mittaus- ja kasvitutkimusten esittelyyn omasta kasvupaikkatekiästään. Projektitoteutus osoitti, että kolmasluokkalaiset kykenevät opettajan ohjauksessa tieteellisesti ominaisiin työtapoihin kuten kysymysten asetteluun, mittaamiseen, luokitteluun ja tiedonrakenteluun. Projekti oli osa EU:n Fictup-hanketta (Fostering ICT Usages in pedagogical Practices), jossa tuotettiin opettajille materiaalia tieto- ja viestintäteknologian opetuskäytön aloittamisen tukemiseksi. Salmivirta (2016) esitti tutkimuksensa ensituloksena, että tutkivan työskentelyn alussa on oleellisen tärkeää yhteisesti käsitellä prosessin kriittisiä kohtia kuten tutkimuskysymysten asettamista, tiedonrakentelukeskustelussa puhetyyliä merkitystä ja käytettävän teknologian tärkeitä toimintoja.

Opettajan pedagoginen ajattelu on oleellisessa osassa tutkivan oppimisen mukaisen oppimisympäristön luomisessa. Juuti (2005) totesi tutkimustuloksissaan alakoulun fysiikan oppimisesta ja opetuksesta verkkoympäristön tukemana, että oppimisympäristön on inspiroitava oppijoita oppimaan. Oppimisympäristön on tuettava opettajaa siten, että siinä on aina mielekästä toimintaa oppijoille. Oppijoiden on kyettävä esimerkiksi keskustelemaan tutkittavasta ilmiöstä, suorittamaan käytännön harjoituksia tai suorittamaan loppuun kirjoitettuja tehtäviä. Esiitettyyn perustuen Juuti huomauttaa, että oppimisympäristön monipuolisuus on tärkeä ominaisuus. Opettajalta vaaditaan luovaa ajattelua, tutkivan oppimisen ja tiedonrakentelun teorian tuntemusta sekä soveltuvan tieto- ja viestintäteknologisen ympäristön hallintaa. Hakkarainen (2003) päätteli, että tutkimisen kulttuuri, joka laajentaa oppijoiden työskentelytapoja tutkivassa oppimisessa, kehittyy vain opettajan pitkän ponnistelun seurauksena. Edellä kuvattu tilanne valaisee sitä seikkaa, että opettajalla on olennainen rooli tutkivan oppimisen pedagogiikan hallitsijana ja uuden oppimiskulttuurin luoja.

Tutkiva oppimisen työtapo voi lisätä kiinnostusta luonnontieteen opiskeluun, koska se kiinnittää ja aktivoi oppijan työskentelyyn hänen omiin kysymyksiinsä perustuen. Oppiminen tapahtuu oppijan lähikehityksen vyöhykkeellä ja on siten yhdistettävissä helpommin aikaisempaan tietoon. Vygotskyn (1982) mukaan opetus on hyvää vain silloin kuin se kulkee lapsen kehityksen edellä. Silloin se herättää toimintoja, jotka ovat kypsyminen vaiheessa lähikehityksen vyöhykkeellä. Opetuksen ei tule nojautua niinkään oppijoiden jo kehittyneisiin toimintoihin kuin kehittymässä oleviin toimintoihin. Harlen ja Qualter (2014) esittivät, että lapset oppivat parhaiten, kun he tutkivat asioita lähiympäristöstään. He jatkavat, että ilmiöitä tutkittaessa kannattaa suosia oppijoille tuttuja välineitä monimutkaisten laboratoriovälineiden sijaan. Monimutkaiset välineet vievät sisällön ja kiinnostuksen kauemmaksi oppijasta heikentäen kiinnostusta.

Tutkivan oppimisen taustalla on oppimisen tutkijoiden nykyiseen käsitykseen siitä, että oppiminen ei ole vain tietojen hankkimista, vaan ajattelun kehittämistä

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

ja käsityksien muuttamista. Tämänkaltaisen oppimiskäsitys tarvitsee mielekkäitä konteksteja ja oppijan aktiivista roolia. Tutkiva oppiminen on yksi esimerkki nykyiseen oppimiskäsitykseen perustuvasta ongelmaperusteisesta lähestymistavasta. Lonka (2018) esitti, että ilmiöoppimista voidaan lähestyä Engaging Learning Model -näkökulmasta, joka on tunnettu ja yleinen malli monille tutkimuspohjaisiin (inquiry-based) ja oppijakeskeiseen opetukseen perustuvalla oppimismenetelmälle. Pedasteen (2015) ym. laajassa tutkimuksessa selvitettiin tutkimuspohjaisten oppimismenetelmien osatekijöiden esiintymistä ja määritelmiä luonnontieteen opetuksessa. Tutkimuksen tuloksena tunnistettiin viisi erillistä tutkimustyöskentelyn vaihetta: orientaatio, konseptointi, tutkimuksen tekeminen, johtopäätökset ja keskustelu. Jotkut näistä vaiheista oli jaettu osavaiheisiin. Esimerkiksi konseptointi sisältää kysymysten tekemisen ja kehittämisen sekä hypoteesin luomisen. Yhteistä tutkivan oppimisen ja tutkimuspohjaisen oppimismenetelmien kanssa on, että oppilaat työskentelevät yhdessä asetettujen ongelmien ratkaisemiseksi ja ymmärtämiseksi.

Tutkivan oppimisen työtapana sisältää kysymisen harjaannuttamisen, mikä on tärkeää paitsi luonnontieteissä, myös osa laaja-alaisia taitoja. Tutkiva oppiminen mahdollistaa omien eksperimenttien tuoman aineiston sekä kulttuurisista lähteistä löydetyn aineiston pohjalta tehtävien johtopäätösten tekemisen. Johtopäätösten esitys ja niiden argumentointi ovat kaikkien työskentelyyn osallistuneiden ulottuvilla. Ohjaajan ja vertaisten palaute ja kritiikki tukevat oppijan ymmärryksen kehittymistä. Tässä yhteydessä oppijoita ohjataan selittämään havaintojaan ja kokemuksiaan luonnontietoon nojautuen. Lehtinen ja Nissinen (2018) totesivat, että on tutkimusnäyttöä siitä, että tutkimuksellisuuden suuntaisilla opetusmenetelmillä saavutetaan parempaa luonnontieteellistä osaamista ja asenteita kuin muilla opetusmenetelmillä. Tutkivan oppimisen kontekstin mukainen työskentely mahdollistaa luonnontiedon opetukselle määritetyt tehtävät.

### 3 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksella on kaksi tarkoitusta. Tutkimuksen ensimmäisenä tarkoituksena on saada tietoa siitä, millaisia oppimisen piirteitä mobiilia teknologiaa hyödyntävässä tutkivan oppimisen kontekstissa esiintyy opiskeltaessa luonnontieteitä. Toisena tarkoituksena on kehittää mobiilin teknologian tukemaa luonnontieteiden oppimisen oppimisympäristöä. Kehittämistyö tutkimuksen sykleissä kohdistuu seikkoihin, jotka tukevat ja edistävät oppimista tutkimuksen kohteena olevassa kontekstissa. Kehittämistutkimus toteutettiin kuudesluokkaisten oppilaiden ryhmässä yhteistyössä luokanopettajan kanssa. Tutkimuksen lähtökohta on siten kehittämistutkimukselle tyypillinen, koska sen tavoitteet ja arviointi muotoutuvat tutkimuksen edetessä (vrt. Vesterinen ja Aksela, 2013).

Tutkimus- ja kehittämistehtäväksi määriteltiin mobiilin tutkivan oppimisen kontekstin mukaisen oppimisympäristön kuvaaminen ja kehittäminen (kuvio 2). Tutkivaan oppimiseen läheisesti liittyvien oppilaiden tuotosten roolien ja merkityksien tutkiminen opiskeluprosessissa rajattiin tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Artefaktien merkitysten tarkempi tutkiminen oppimisen tukena tämän tutkimuksen kaltaisessa kontekstissa ansaitsee huomiota ja tarvitsee tuonnempana tutkimusta. Tässä tutkimuksessa oppilaiden tuottamien tutkimusraporttien analyysiä hyödynnettiin osana mobiilin teknologian käytön kehittämistoimenpiteitä.



Kuvio 2. Tutkimuksen lähtökohdat, tutkimus- ja kehittämistehtävä ja tutkimusaihe

Tutkimustavoitteeseen pääsemiseksi ja kehittämistehtävien selvittämiseksi määriteltiin seuraavat tutkimuskysymykset:

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

1. Millaisia oppimisen piirteitä esiintyy oppilaiden kokemana opiskeltaessa luonnontieteitä mobiilin teknologian tukemassa tutkivan oppimisen mukaisesti järjestetyssä oppimisympäristössä?

2. Millainen pedagogiikka edistää luonnontieteellisten työtapojen oppimista mobiilin teknologian tukemassa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä?

Tutkimuksen oppimisympäristö oli suunniteltu tätä tutkimusta varten, jotta asetelman mukaista ilmiötä voitaisiin tutkia. Periaatteena oli sitoutua kehittämis-tutkimukseen yhteistyössä oppilaiden, luokanopettajan ja tutkijan kolmivaiheisella iteratiivisella tutkimuksella. Tutkimuksen avulla kehitettiin luotua kontekstisidonnaista oppimisympäristöä. Perusajatuksena oli tuottaa toimintaa ja ajattelua ohjaavia tuloksia kehittämiskohteen autenttisessa käytössä.

## 4 TUTKIMUSMENETELMÄT

### 4.1 Tutkimuksen tieteenfilosofiset lähtökohdat

Kehittämistutkimusta voidaan lähestyä kahdesta näkökulmasta, konstruktivistisesta, kuten Plomp ja Nieveen (2013) tai pragmaattisesta, kuten Edelson (2002) tai Juuti, Lavonen ja Meisalo (2016). Pragmatismiin kiinnittyvässä näkökulmassa painottuu Deweyn perintönä toiminnan ja tiedonhankinnan yhteys. Konstruktivistinen lähestymistapa puolestaan tuo esille tutkittavan kohteen ymmärtämisen tärkeyden. Molempiin lähestymistapoihin voidaan liittää sekametodien käyttö, joka sallii sekä kvantitatiivisten että kvalitatiivisten menetelmien käyttämisen. Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (2001) totesivat, että ymmärtävä ja todellista elämää kuvaava lähestymistapa edellyttää tavallisesti kvalitatiivisten tutkimusmenetelmien käyttöä. Selittämiseen pyrkivä lähestymistapa puolestaan hyödyntää aineiston analyysissä usein kvantitatiivista, tilastollista lähestymistapaa.

Kehittämistutkimus vaatii toiminnan ja tiedon yhteyttä, mutta myös ymmärtävää otetta kehittämistehtävän onnistumiseksi. Tämä tutkimus sitoutuu oppimisen sosiokonstruktivistiseen analyysiin. Saaranen-Kauppinen ja Puusniekka (2006) esittivät, että tieto nähdään tässä perinteessä tietyn kulttuurin ja yhteisön tietoisesti tai tiedostomatta rakentamana. Sosiaalinen ja kielellinen vuorovaikutus on olennainen elementti. Tähän liittyvä Kauppinen (2007) esittämä konstruktivistinen käsitys tiedon suhteellisuudesta tulee esiin tutkimusaineistosta nousevan tiedon käsittelyssä. Tutkimuksen tuottamaa tietoa analysoidaan kehittämistehtävää varten. Tutkimustyötä tehdään tutkimuksen spesifin asetelman kehittämiseksi, jolloin on tärkeää, että siinä käytettävä tieto käsitetään suhteelliseksi tätä asetelmaa varten.

Gravemeijer ja Cobb (2013) sekä Bannan, Cook ja Pachler (2016) esittivät sosiokonstruktivistiseen perinteeseen viitaten, että kehittämistutkimuksen taustalla on filosofinen lähestymistapa siitä, että on ymmärrettävä kehittämässä olevia innovatiivisia koulutuksen ratkaisuja sekä niiden vaikutusta kehittämistutkimukselle. Toisin sanoen, jos halutaan kehittää jotakin, on ymmärrettävä mitä kehittää ja jos haluaa ymmärtää jotain, on sitä muutettava. Tutkimuksen kohteena olevat ilmiöt ovat sosiaalisesti ja kulttuurisesti tuotettuja. Tutkimus edustaa lähestymistapaa, joka tunnustaa kulttuurisen dynamiikan ja metodien moninaisuuden erotuksena puhtaasti positivistisesta tilastollisesta lähestymistavasta. Tutkimus kiinnittyy oppimisen suunnittelun ja edellytysten luomisen näkökulmaan. Kehittämisen avulla pyritään ymmärtämään ja rakentamaan kehitettyä oppimisympäristöratkaisua kokonaisuutena, eikä sitä nähdä yksittäisinä erillään olevina tekijöinä.

Kehittämistutkimuksen ajatuksen esittelivät alun perin Ann Brown (Brown 1992) ja Allan Collins (Collins 1992). Brown (1992) kertoi tavoitteestaan muut-

taa koulun oppimisympäristöä suuntaan, jossa oppijat ottavat vastuuta oppimisestaan ja muodostavat oppimisyhteisöjä. Tähän haasteeseen Collins otti käyttöön kehittämistutkimuskäsitteen.

Kehittämistutkimus koostuu kasvatusteorioiden pohjalta kehitettyjen innovaatioiden iteratiivisista, sykleittäin etenevistä analyyseistä, niiden pohjalta tehtävästä kehitystyöstä ja toteutuksista sekä empiirisestä tutkimuksesta. Useat kehittämistutkimuksen tutkijat ja kehittäjät kuten Brown (1992), Edelson (2002) ja Collins (2004) määrittelevät, että kehittämistutkimuksen tavoitteena on luoda innovatiivisia oppimisympäristöjä, joita samanaikaisesti voidaan tutkia ja kehittää. Tutkimusmenetelmä on saanut jalansijaa kasvatustieteellisen tutkimuksen kentässä viime vuosikymmeninä, varsinkin teknologian opetuskäyttöön liittyvissä tutkimuksissa (Kelly, Lesh, Baek & Bannan-Ritland, 2008). Sandoval ja Bell (2004) totesivat, että tieto- ja viestintäteknologian kehitys ja sen hyödyntäminen opetuksessa on myös vauhdittanut kehittämistutkimusmenetelmän kehittymistä. Wang ja Hannafin (2005) esittivät, että kehittämistutkimus on osoittautunut potentiaalisesti menetelmäksi sekä tutkia että kehittää teknologialla tuettuja oppimisympäristöjä. Tärkeänä tekijänä tässä prosessissa on opettajien ja tutkijoiden välinen yhteistyö, jossa myös opettajalla on kehittäjän rooli (Design-Based Research Collective, 2003; Sandoval & Bell, 2004; Wang & Hannafin, 2005).

Brown (1992) esitti ensimmäisen kehittämistutkimuksen kompleksisen rakenteen, joka koostuu neljästä alueesta. Ensinnäkin tutkittava oppimisympäristö suunnitellaan johonkin oppimisteoriaan nojaten, toiseksi on huomioitava oppimiseen vaikuttavat tekijät, kuten luokan ilmapiiri, opetussuunnitelma, oppijoiden ja opettajan suhtautuminen uuteen rooliin sekä teknologian sijoittelu luokkahuoneessa. Kolmas tekijä kehittämistutkimuksessa on käytännön sovellettavuus. Neljänneksi Brownin mukaan on oleellisen tärkeää, että tulokset arvioidaan vastuullisesti. Tietoa on levitettävä koulutyöhön siten, että kuka tahansa opettaja voisi luokassaan toteuttaa kehitettyä innovaatiota. Edelson (2002) ilmaisee asian niin, että kehittämistutkimuksen yleistettävyyden ja selitysvoiman perustuvat sen käytännöllisyyteen.

Collins (1992) määritteli kehittämistutkimusta Brownin tapaan siten, että siinä on oleellista nostaa esiin teoreettisia kysymyksiä oppimisen luonteesta. Tärkeää on, että tutkittavat ilmiöt nousevat arkielämän haasteista ja ilmiöistä. Kehittämistutkimuksen tavoite on myös pyrkimys päästä pois kapea-alaisesta tutkimuksesta ja saada tutkimustuloksia myös formatiivisen arvioinnin keinoin. Collinsin mukaan kehittämistutkimukselle on haasteellista juuri todellisuudesta nousevat moniulotteiset tilanteet ja niiden kontrolloitu kehittäminen. Yksi suuri haaste on suuri datan määrä sitä analysoitaessa. Collins, Joseph ja Bielaczyc (2004) totesivat, että kehittämistutkimusta ei ole pelkästään tarkoitettu käytännön ratkaisujen kehittämiseksi, vaan myös teorioiden kehittämiseksi, joten sillä on aina kaksi tavoitetta.

Kelly ym. (2008) painottivat, että kehittämistutkimuksen menetelmät ovat etenevä prosessi, eivätkä tarjoa patenttiratkaisuja innovaatioiden kehittämiseen. Hänen mukaansa kehittämistutkimus yrittää auttaa kehittämään innovaatioita, selittämään teoreettisesti niiden vaikuttavuutta ja kehittämään niitä. Samalla liitetään tieteellisiä tuloksia itse kehittämisen kohteena oleviin tuotoksiin. Kehittämistutkija näkee maailman osallistujan silmin, mutta on samalla tietoinen relevanteista teorioista. Kehittämistutkimuksen luonteeseen kuuluu, että se samanaikaisesti tavoittelee oppimisympäristöjen kehittämistä ja tekee tutkimusta kentällä, tavanomaisissa luokissa. Kehittämällä tarkoitetaan siten esimerkiksi opetusteknologian, oppimateriaalien ja pedagogisten menetelmien kehittämistä. Kehittämistutkimus on teoreettisesti määriteltyä, empiiristä kasvatustieteellistä tutkimusta, joka perustuu kehittämistyöhön.

DiSessa ja Cobb (2004) korostivat teorian tärkeyttä käyttäytymistieteellisessä kehittämistutkimuksessa, niin tutkimuksen kuin käytännönkin näkökulmasta. He esittivät, että tällä on mahdollisuus lähentää teorian ja käytännön etäisyyttä toisistaan, koska sen avulla voidaan jalostaa ja selittää käsitteitä. Tutkijan tulee tavoitella teorian kautta kehittämistutkimuksen kompleksista ja ainutlaatuista tilannetta, muuten sitä on mahdoton saavuttaa. Näin voidaan päästä kehittämistutkimuksessa teorioista uusiin ”ontologisiin innovaatioihin” tilanteista, joita ei ennen ole nähty.

Juuti ja Lavonen (2006) esittivät, että kehittämistutkimus perustuu kolmelle periaatteelle. Kehittämistutkimuksen tulee olla iteratiivinen prosessi, jossa kehittäjäosapuolet toimivat yhteistyössä. He oppivat kehitystyön tuloksena jotain uutta ja dokumentoivat kehitysversiot. Toiseksi kehittämistutkimuksen tulee tuottaa artefakti (esim. verkkopohjainen oppimisympäristö, sähköinen oppimateriaali tai digitaalinen sovellus), joka on sovellettavissa laajasti käytännössä, kuten esittivät myös Kananen (2012) ja Pernaa (2013). Kolmanneksi kehittämistutkimuksen on tarjottava jotain uutta tietoa käyttäytymistieteellisessä mielessä. Brown (1992), Reeves (2006), Amiel & Reeves (2008) ja Bannan (2013) puhuvat kehittämiseen, opettamiseen tai oppimiseen liittyvästä uudesta tiedosta. Kehittämistutkimuksessa ei siten pyritä niinkään yleistämään, vaan tutkimustuloksena on saada muutos kehitettävään kohteeseen. Tästä seuraa, että tulokset koskevat vain sitä ilmiötä, jota on kehitetty.

Edellä on esitetty kehittämistutkimuksen syntyä ja kehittyvää traditiota. Määritelmistä voidaan havaita eri painotuksia ja toisaalta yhteisiä tekijöitä, joilla on vaikutuksensa tähän tutkimukseen. Näitä ovat teoriapohjaisuus tutkimuksen lähtökohtana, tutkimuksen tekeminen käytännön asetelmista, tutkimuksen etenevä, iteratiivinen prosessi ja kehittämisen avulla saavutetun lopputuloksen (tai artefaktin) sovellettavuus toisaalle. Tutkimuksessa teoreettisena lähtökohtana on tutkivan oppimisen soveltaminen. Sen perustalle suunniteltiin tutkimuksen asetelma mobiilin teknologian tukemasta tutkivan oppimisen oppimisympäristöstä tavoitteena saada tietoa oppimisen piirteistä luonnontiedon oppimisessa ja kehittää sen



käytännön soveltamista kyseisessä kontekstissa. Tutkimus toteutettiin käytännöstä nousseesta ilmiön kehittämistarpeesta autenttisessa oppimisympäristössä oppilaiden ja opettajan kanssa yhteistyössä. Kehittämistyötä ja sen vaatimia ratkaisuja toteutettiin iteratiivisesti. Ensisijainen tutkimustehtävä oli kehittää sovellettavaa ilmiötä, vastaavaan kontekstiin siirrettävää pedagogista artefaktia, jotta saadaan tutkimukseen perustuvaa tietoa lasten oppimisesta mobiililaiterympäristössä tutkivan oppimisen viitekehyksessä.

## 4.2 Tutkimuksen yleiskuvaus

### 4.2.1 Tutkimuksen rakenne

Tutkimuskokonaisuus koostuu kolmesta erillisestä autenttisessa oppimisympäristössä toteutetusta tutkimussyklistä, joita jokaista analysoitiin eri menetelmin kehittämistyön tekemiseksi (taulukko 3). Kehittämistyötä tehtiin, jotta voitiin tutkia oppimisen piirteiden esiintymistä, vuorovaikutusta, pedagogisia ratkaisuja ja mobiilien laitteiden käyttöä kehitetyssä oppimisympäristössä. Tutkimustoteutus kiinnittyi erityisesti Reevesin (2006) esittämiin ajatuksiin kehittämistutkimuksesta. Oppimisprojektit kuudesluokkalaisille suunniteltiin yhteistyössä luokanopettajan ja tutkijan kesken, tutkijan toimiessa oppimisprojektien struktuurien rakentajana verkkoympäristöön. Tuloksia arvioitiin yhdessä opettajan kanssa.

Kuviossa 3 on esitetty tutkimuksen kronologinen eteneminen sekä kehittämis- ja tutkimusprosessin pääkohdat. Taulukon kolme ylintä riviä kertovat tutkimuksen kehittämissykliä vaiheet ja etenemisen. Tämän alapuolella on kirjattuna kukin syklin kehittämistoimenpiteet ja tiedonkeruumenetelmät. Tutkimuksen prosessi lähti liikkeelle ongelmakohtien ja kehityskohteiden analysoinnista siinä vaiheessa, kun kohderyhmä sai käyttöönsä Helsingin kaupungin teknologian pedagogisen kehittämisshankkeen tablet-tietokoneet. Ryhmä toteutti heti myös esitutkimussyklin oppimisprojektin eli pilottiprojektin tutkijan johdolla. Seuraavien tutkimussykliä oppimisprojektien aikana tutkija toimi yhteistyössä uuden opettajan kanssa, joka toimi vastedes luokanopettajana ja tutkijan yhteistyökumppanina. Oppimisprojekteja analysoitiin haastatteluiden, verkkoympäristön analyysin ja oppituntien videonauhoitusten avulla ennen uuden syklin aloittamista, jotta ratkaisuja saatiin tarkennettua.

Laitteiden käyttöönotto. Tutkimuskysymykset	Pilottiprojektin käytännön toteutus	Toisen oppimisprojektin käytännön toteutus	Ratkaisujen testaaminen ja tarkentaminen käytännössä – iteratiiviset syklit	Kolmannen oppimisprojektin käytännön toteutus
Esitutkimuksen kehittämissykli	Ensimmäinen kehittämissykli		Toinen kehittämissykli	
lokakuu 2012	marras - joulukuu 2012	tammi - helmikuu 2013	maaliskuu 2013	huhti - toukokuu 2013
Reflektointi ja tarkentuneet kehittämisspe- riaatteet – ratkaisujen parantami- nen. Käytännön ongel- mien analysointi. Ratkaisujen kehittäminen. Pilottiprojektin verkkoympä- ristön suunnittelu.	Pilottiprojektin stimulated recall- haastattelu yh- delle ryhmälle. Pi- lottiprojektin eva- luointi. Uuden verkkoympäristön kehittämisspro- sessi ja ratkaisujen tarkentami- nen.	Opettajan haastat- telu. Opettajayh- teistyö. Työskentelynaikai- nen evaluointi.	Stimulated recall- haastattelu kaikille ryhmille ja opetta- jalle. 1. Oppimisprojektin evaluointi ja ana- lyysi. Kehittämisspro- sessi. Uuden verkko- ympäristön rat- kaisujen tarkenta- minen.	Stimulated recall- haastattelu kaikille ryhmille ja opetta- jalle. 2. Oppimisprojektin evaluointi ja ana- lyysi. Reflektointi. Ensimmäiset tulokset.

Kuvio 3. Tutkimuksen aikataulu ja kehittämisprosessi.

#### 4.2.2 Tutkimuksen teknologinen toteuttamisympäristö

##### ***Kannettava taulutietokone***

Opettajalla ja oppilailla oli käytössään henkilökohtaisia taulutietokoneita eli tablet-tietokoneita. Liikuteltava tablet-tietokone on laite, jossa on valmiina joitakin sisäisiä ohjelmia ja johon voi asentaa käytettäväksi yksittäisiä sovelluksia eli ap-  
plikaatioita. Tablet-laitteissa on kosketusnäyttö, eikä niissä ole näppäimistöä. Tablet-laitteisiin viitataan, kun puhutaan laitteista, joissa on suurempi näyttö kuin  
käsimatkapuhelimissa. Yleensä tablet-laitteessa ei ole myöskään puhelinominaisuuksia, vaan internet toimii joko langattoman lähiverkon (wlan) tai matkapuhelinälykortin (sim) avulla. Tablet-laitteissa ei ole varsinaista perinteistä pöytätietokoneiden kovalevyä ja ne ovat kevyitä.

Mobiiliin tablet-tietokoneen valmiiksi asennettuja sisäisiä ohjelmia hyödynnettiin oppimisprojekteissa. Näistä tärkein oli verkkoselain, jonka avulla oppilaat

pääsivät verkkoympäristöön. Tablet-laitteen sisäinen Muistiinpanot-niminen sovellus oli myös tärkeä tutkimuksen eri vaiheissa. Oppilaat kirjasiivat projektien aikana löytäänsä tietoa ja uusia mieleen nousseita kysymyksiä. He tallensivat muistiinpanoihin uutta tietoa, jota myöhemmin tarkastelivat. Muistiinpanoja hyödynnettiin tutkimuskysymyksiin vastaamisessa ja raportoinnissa. Tällä tavoin he käyttivät laitetta oman muistinsa tukena.

Tablet-laitteiden toiminnallisia ominaisuuksia voidaan laajentaa lataamalla niihin uusia ohjelmia. Tutkimussykliä aikana laitteille ladattiin oppilaiden käyttöön kaksi tutkivaa oppimista tukevaa sovellusta. SimpleMind-niminen käsitekarttatyökalun avulla oppilaat pystyivät mallintamaan kokonaisuuksia. Käsitekartat tallennettiin kuvaksi tablet-laitteen kuvakaappaustoiminnolla (screen shot), jonka jälkeen ne siirrettiin käytetyn verkkoympäristön oppilaiden projektiraportteihin kaikkien nähtäville. ShowMe-niminen applikaatio on eräänlainen interaktiivinen valkotaulu tabletilla. Sovelluksen avulla voi tabletille tallentaa puhetta ja piirtää samanaikaisesti. Esitykseen voidaan myös integroida kuvia. Tallentuneilla videoilla oppilaat pääsivät siten halutessaan selittämään tietämystään vertaisoppijoille. ShowMe:n käyttöä varten tutkija loi oppilaille henkilökohtaiset tunnukset, sillä syntyvät selitysvideot tallentuvat sovelluksen yhteisön internetsivuille. Syntyneet videot voitiin linkittää tutkimusraporttiin tai verkkoympäristöön. Tutkimuksen aikana oppilaat saivat kokeilla suoraan verkon välityksellä toimivaa sovellusta nimeltä TodaysMeet. Tällä pyrittiin laitteen käytön monipuolistamiseen yhteisöllisenä välineenä. TodaysMeet on yhteisöllinen keskustelukanava, johon osallistujien kommentit ja vastaukset opettajan aloituskysymykseen järjestyvät alilekkain. Ohjelma on heti käytettävissä, kun opettaja on perustanut keskustelun, eikä se vaadi rekisteröintiä. Oppilailla oli lisäksi mahdollisuus tallentaa tutkimuksen aikana itse tekemiään äänitteitä tai videoita Google Drive -pilvipalveluun, jonne perustettiin luokalle oma kansio.

### ***Verkkoympäristö tutkijan ja opettajan näkökulmasta***

Osana esitutkimussyklin käytännön ongelmien kartoittamista ja ratkaisujen kehittämistä ennen oppilaiden kanssa toteutettavaa oppimisprojektia tutkija kartoitti ja tutustui laajasti erityisesti tablet-laitteille suunniteltuihin ohjelmiin ja verkkoympäristöihin. Yhteisöllistä työskentelyä ja tiedonrakentelua tukevia verkkoympäristöjä testattiin kahdeksan kappaletta. Tutkijan testaamat ilmaiset verkkoympäristöt (esim. Whiteboard, Edmodo, Explain everything, CorcBoard) eivät soveltuneet tutkivan oppimisen työskentelyyn pääsääntöisesti kolmesta syystä. Vapaasti jaettavissa ohjelmissa oli lähetettävien viestien lukumääriä koskevia ylärajoja ja käyttäjien tuli olla vähintään kolmetoista vuotiaita voidakseen rekisteröityä käyttäjiksi. Pedagogiset lähtökohdat monissa testatuissa ohjelmissa eivät tukeneet yhteisöllistä tiedonrakentelukeskustelua, vaan perustuivat tehtäviin, testeihin ja yksittäisen oppijan suoritusten mittaamiseen. Mobiilin teknologian tukemaksi verkkoympäristöksi valittiin Fronter-niminen internetin välityksellä toimiva palvelu

(<https://fronter.com/helsinki>). Fronter oli Helsingin kaupungin koulujen käytössä ja tutkimuksen oppilasryhmä oli käyttänyt sitä alkuopetuksesta lähtien. Jokaisella oppilaalla oli oma henkilökohtainen tunnus palveluun, ja sinne rakennettiin oppilasryhmille omat yhteistyöalueet. Fronter-verkkoympäristö sisälsi monia yksilöllisiä ja yhteisöllisiä työkaluja. Fronteria kuvattiinkin virtuaaliseksi kouluksi, sillä sen pedagoginen tausta-ajatus oli yhteisöllinen työskentely, eikä se sisältänyt valmiita tehtäviä tai oppimisaihioita.

Tutkijan ja opettajan näkökulmasta tärkein osa palvelussa oli nimeltään huone, joka Fronterin analogiassa vertautui oikeaan luokkahuoneeseen, jossa toiminta tapahtui. Tutkija toimi tutkimuksen verkkoympäristön projektihuoneiden ylläpitäjänä ja rakentajana. Hän valitsi jokaiseen projektiin kulloinkin verkkopedagogisesti sopivat työkalut Fronterin tarjonnasta. Huoneeseen liitetyt oppilaat saivat automaattisesti luku- ja kirjoitusoikeudet kaikkiin sinne lisättyihin työkaluihin.

Fronter sisälsi yli kaksikymmentä eri tarkoituksiin kehitettyä oppimisen työkalua. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin niistä useita. Perustyökaluksi Fronterissa valittiin huoneen ns. etusivu ja etusivutyökalua hyödynnettiin huoneiden aloitussivuna varsinaisissa tutkimussykleissä. Tällä työkalulla oli mahdollista rakentaa verkkoympäristöön monipuolinen aloitussivu, jossa oli ohjetekstejä, kuvia, linkkejä, äänestyspalsta ja keskustelupalstoja. Etusivua (ja muitakin Fronterin sivutyökaluja) voitiin rakentaa ruutu kerrallaan ja valita vapaasti, mihin kohtaan sivua mikäkin sisältö ja kuinka suurena julkaistiin, sinne oli mahdollista esim. upottaa videoita. Tutkija hyödynsi Fronterin äänestysominaisuutta osana kontekstin luontia oppimisprojektien alussa ja teki oppilaille kyselyn aloitussivulle.

Tutkija rakensi Fronterin joustavasti muotoiltavista kansioista verkkoympäristön osia. Tutkimuksessa käytettiin tätä ominaisuutta hyödyksi rakentaen kansioista erilaisia kunkin oppimisprojektin vaiheen mukaisesti. Kansioiden sisälle tallennettiin erilaisia tutkivan oppimisen vaiheiden tehtäviä sekä tallennettiin materiaalia ja nimettiin niitä uudelleen ohjaustarkoituksessa. Opettajaoikeuksin Fronterissa sai lisätä oppilaiden kesken jaettuja kansiota tarpeen mukaan ja nimetä niitä haluamallaan tavalla. Jaettuihin kansioihin voitiin sijoittaa samoja työkaluja kuin huoneen etusivulle. Tutkija tallensi kansioihin ulkoisia dokumentteja, kuten kuvia, Word-dokumentteja ja videoita. Niihin lisättiin keskusteluja, linkkejä Fronterin ulkopuolisiin ja sisäisiin resursseihin sekä käytettiin ympäristön omaa verkkosivutyökalua informaation jakamiseen.

Fronterissa on viisi eri käyttötarkoituksiin suunniteltua verkkokeskustelutyyppejä. Tutkijan tehtävänä oli valita niistä tutkivan oppimiselle järkevimät vaihtoehdot kuhunkin tilanteeseen ja kirjoittaa oppilaille tehtävänannot. Tässä tutkimuksessa käytettiin kahta keskustelutyyppeä. Ensinnäkin aivoriihikeskustelua käytettiin oppimisprojektien alussa ja perinteistä verkkokeskustelua muissa vaiheissa. Aivoriihi oli verkkokeskustelun muoto, jossa viestit olivat avonaisina merkintöinä rinnakkain samalla sivulla, eikä se sisältänyt säikeytyvää vastausmahdollisuutta. Aivoriihityökalusta oli myös numeroituva versio, jossa esitettyyn ajatukseen voi

vastata uudella viestillä viestien numeroituessa alaotsikoiksi. Aivorihi oli anonyymi keskustelu, mikä sopi hyvin nimenomaisesti useiden ideoiden tuottamiseen ja esiin nostamiseen. Aivorihiin yhden viestin maksimipituus on 500 merkkiä. Toisena keskustelutyypin muotona projekteissa käytettiin nk. keskustelua. Tässä verkkokeskustelun lajissa uuden viestin alle talletetut vastaukset järjestyvät aikajärjestykseen poluksi, ns. säikeiksi. Säikeitä hyödynnettiin tämän ominaisuuden vuoksi tiedonrakentelutyökaluna.

Tutkija ja opettaja käyttivät prosessinaikaisen arvioinnin tukemiseen Fronterin portfolio- ja tilastotyökalua, jolla saatiin tietoa talletetuista asiakirjoista, huonekäynneistä ja kyselyiden vastauksista. Portfoliotyökalulla tutkija ja opettaja seurasivat oppilaiden kirjautumisia ja aktiivisuutta, mahdollisten testien palautuksia ja muita suorituksia. Oppilaiden nimi tallentui automaattisesti käytettyihin dokumentteihin tai keskusteluviesteihin.

### ***Verkkoympäristö oppilaan näkökulmasta***

Oppilaan näkökulmasta Fronter-huoneen etusivu oli paikka, joka aukesi, kun kirjautumisen jälkeen valitsi käytettävän huoneen. Etusivulta löytyivät helposti kullekin oppitunnille suunnitellut tehtävät ja tutkivan oppimisen vaihe. Etusivulta navigoitiin esimerkiksi projektin kansioihin. Oppilaat saattoivat tallentaa Fronterin kansioihin materiaalia, liittää linkin tai avata keskustelupalstan. Tätä mahdollisuutta oppilaat myös jonkin verran käyttivät hyväkseen.

Tiedonrakentelua varten oppilaat käyttivät tarkoitusta varten avattuja keskustelupalstoja. Nämä palstat oli tarkoitettu luokan kaikille oppilaille, ryhmien sisäisen tiedonrakentelukeskustelu tapahtui ryhmätyövaiheessa suullisesti. Jokaisessa tiedonrakentelussa oppilaan piti kirjoittaa vähintään yksi tehtävänannon mukainen aloitusviesti ja osallistua sen jälkeen keskusteluun vastaa-toiminnon avulla, jolloin viestien sisältö rakentui säikeisiin. Muodostuneita sisäkkäisiä säikeitä pystyy avaamaan ja jatkamaan. Näin oli mahdollista osallistua keskustelun sisältöön ja seurata sen kehittymistä. Keskusteluihin oli tarvittaessa mahdollista palata myöhemmin.

Oppilaat käyttivät tutkimusraporttiansa kirjoittamiseen Fronter-palvelun omaa ns. Fronter-asiakirjaa, joka oli ohjelman sisäinen työkalu sivujen julkaisua varten. Asiakirjatyökalulla pystyi rakentamaan haluttu julkaisu. Ryhmät käyttivät asiakirjoja tutkimusprojektien raporteissa jaettuina asiakirjoina eli jokaisella ryhmän jäsenellä oli oikeus muokata ryhmänsä Fronter-asiakirjaa. Ne olivat myös luokan muiden oppilaiden luettavissa. Oppilaat tallensivat asiakirjaan tablet-laitteella otettuja valokuvia tai kuvakaappausvalokuvia. Valokuvien tallentaminen oli käytettävissä sekä opettajalla että oppilailla, jolloin tallentamisoikeus riippui siitä, oliko dokumentti yksityinen vai jaettu.

### 4.2.3 Opettajan ja oppilasryhmän roolit tutkimuksessa

#### ***Opettajan rooli ja tehtävät***

Luokanopettajan rooli ja tehtävät olivat tärkeitä määritellä kehittämistutkimuksen alussa. Tutkijan oli tärkeä esitellä opettajalle tutkimuksen kokonaisuus ja roolit. Ensinnäkin opettaja oli tutkimuksen yhteistyökumppani ja kehittäjäosapuoli. Toiseksi opettaja oli projektien ajan ohjaamassa oppilaiden työskentelyä. Kolmanneksi opettaja oli tutkimuksen kohde, jonka kanssa toteutettiin teemahaastattelut molempien varsinaisten oppimisprojektien jälkeen.

Opettajan yhteistyö tutkijan kanssa keskittyi oppimisprojektien opillisiin sisältöihin ja käytännön järjestelyihin. Tutkija osallistui useimmille oppitunneille ohjaten työskentelyä. Tutkimuksen aikana arvioitiin yhteistyössä lisäksi projektien toimivuutta ja käytännön asioita. Ennen ensimmäisen kehittämissyklin oppimisprojektin alkamista tutkija ja opettaja neuvottelivat lähitapaamisessa ohjauskäytännöistä, vuorovaikutuksesta ja tutkimusoppituntien käytännön järjestelyistä. Tapaamisessa opettajalle esiteltiin käytettävä verkkoympäristö ja hänet liitettiin mukaan projektihuoneisiin opettajaoikeuksin.

Prosessin aikana tutkija ja luokanopettaja suunnittelivat varsinaisia kehittämissykliden oppimisprojekteja yhteistyössä ja käsittelivät edellä mainittuja opiskelun ja oppimisen tuen alueita. Tutkija teki päivitykset verkkoympäristöön. Niiden oppituntien jälkeen, joilla tutkija oli läsnä, tutkija ja opettaja kävivät palautekeskustelun tunnin kulusta ja tehdyistä havainnoista. Näissä keskusteluissa tarkasteltiin verkkoympäristön pedagogisia ja teknisiä ratkaisuja sekä arvioitiin oppilaiden oppimisen ja tutkimuksen etenemistä. Niiden tarkoitus oli auttaa opettajaa syventämään luokanopettajakoulutuksessa omaksuttua tutkivan oppimisen teoriaa käytännössä. Keskusteluissa oli myös mahdollista kerrata tuoreeltaan oppilaiden ohjaustilanteita, oppitunnin kulkua ja mahdollisia teknologiaan liittyviä kysymyksiä. Lisäksi sähköpostia käytettiin yhteistyövälineenä tutkijan ja opettajan välillä sovittaessa aikatauluista ym. käytännön asioista. Tiivis yhteistyö ja tapaamiset hyödyttivät tutkimuksen iteratiivista suunnittelua luokanopettajan kanssa ja edesauttoivat kehittämistyötä. Tämä on kehittämistyön ja tutkimuksen luettavuudelle olennainen seikka.

Tutkimustehtävän suuntaisesti opettajan kanssa käsiteltiin ohjaamisen tehtävää. Jotta oppilaiden ohjaaminen suuntautuu oikein, on ymmärrettävä mitä ohjaus on ja mihin se kohdistuu. Ohjaajan roolissa olevan on mietittävä, miten hän ohjaa oppijoitaan. Opettajalle esiteltiin ohjaussuunnitelman taustaksi ennen kehittämissuunnitelman alkamista Pasasen (2003) mukaisesti *ohjauksen neljä yleistä tehtävää*. Ohjaus voi olla ammatillista toimintaa, kuten työnohjaajan tai opinto-ohjaajan ammateissa. Toiseksi ohjaus voi olla erityisen ympäristön mukaan määriteltä. Ohjaus voi olla myös vuorovaikutuksen tuottamisen tapa. Se eroaa silloin ohjeita antavasta tyylistä, kuten lääkäreiden tai opettajien perinteinen ohjaustapa voi olla.

Vuorovaikutuksen tuottamisen tapa erottaa myös perinteisen johtamisen tai terapian vuorovaikutuksen muodon. Neljänneksi ohjaus nähdään auttamisen metodina, jossa ei poisteta ohjattavan vastuuta ja ongelmia, vaan häntä autetaan työstämään ja ratkaisemaan asioita, jotta edistystä tapahtuu. Tällöin ohjaus perustuu yhteistyöhön ja dialogiin, jossa ohjaajalla on vastuullaan vuorovaikutuksen hallinta ammatillisesti.

Teoreettista taustaa täydennettiin Mannisen (2003) ja Mannisenmäen (2003) esityksen pohjalta pohtimalla opettajan kanssa eroja opiskelun ja oppimisen ohjaamisessa. Esillä olivat verkko-opettajan tehtävät motivoida, organisoida, viestiä, ohjata oppijoita ja toimia verkottajana. Tavoitteena oli fokusoida opettajan rooli tutkivan oppimisen mukaiseksi ohjaavaksi opettajaksi. Ohjauksen kokonaisuus oli tämän kehittämistutkimuksen tutkimustehtävälle oppimisprojektien toteutuksessa tärkeää, jotta se toteutuisi tutkimuksen kontekstin ja toimintaympäristön vaatimalla tavalla.

*Opettajan rooli ohjaajana määriteltiin* edellä esitetyn perusteella selkeästi kolmen ohjauksen tehtävän mukaisesti: a. opiskelun ohjaaminen, b. oppimisen ohjaaminen ja c. auttamisen metodi.

*A. Opiskelun ohjaaminen* sisälsi esimerkiksi aikatauluista huolehtimista, välineiden ylläpitoa ja esimerkiksi oheismateriaalien hankkimista. Opettaja myös ohjasi oppilasryhmiä esimerkiksi laitteiden käytössä. Opiskelun ohjaamisessa noudatettiin Lakkalan ja Lallimon (2002) esitystä siitä, että ohjauksella pitäisi pyrkiä tarjoamaan oppilaalle mahdollisuus omaehtoiseen tiedon käsittelyyn ja tätä kautta taitojen kehittymiseen. Opiskelun ohjaamiseksi määriteltiin myös teknologian käyttöön liittyvät ohjaavat tehtävät.

*B. Oppimisen ohjaamisen* tehtävä keskittyi vuorovaikutuksen tuottamisen tukemiseen ja tapaan. Tutkivan oppimisen prosessissa ohjaajan tehtävä on keskustella ja neuvotella oppilaiden kanssa. Ohjauksen onnistumiselle on edullista, että opettaja tuntee ohjattavien ryhmien dynamiikan ja osaa tarvittaessa laajentaa keskustelua kaikkien ryhmän jäsenten välille. Aikaisemmasta tutkimuksesta tiedetään, että sopivien puhestrategioiden käyttäminen ja dialoginen ohjaamistapa edistävät oppilaiden tiedonrakentelua (ks. luku 2.4.1). Tämä otettiin huomioon oppimisprojekteja ohjattaessa. Ohjauksen tavoiksi määriteltiin tutkijan ja opettajan keskusteluissa seuraavia keinoja. Kysymällä ohjaaminen on tutkivan oppimisen kontekstissa tärkeä ohjausmenetelmä. Asettamalla kysymyksiä ohjaaja auttaa oppilaita uudenlaiseen näkökulmaan tai uusien tutkimuskysymysten äärelle. Oppilaiden on selostettava työvaiheensa ohjaajalle, jolloin he välillisesti voivat huomata uusia asioita. Tavoitteiden asettaminen oppilasryhmien työskentelyn eri vaiheissa oli myös tärkeä tehtävä opettajan ohjausroolissa. Eteen tulevien ongelmien ratkaisu yhteistyössä oppilasryhmien kanssa tiedettiin etukäteen tärkeäksi ohjaukselliseksi haasteeksi. Tavoitteiden asettaminen yhteistyössä sekä tavoitteista sopiminen ja niiden havainnollistaminen toimivat tässä välineinä.

*C. Auttamisen metodi* oli kolmas rooli opettajan ohjaamistyössä. Tärkeää tässä tilanteessa on, että opettaja ei ota vastuuta kognitiivisten ja metakognitiivisten taitojen käytöstä oppilaan puolesta. Opettaja pyrkii auttamaan oppilasryhmiä siten, että he auttavat itse itseään ja löytävät ratkaisuja edistämään omaa työskentelyään ja oppimista. Ohjaamistyössä noudatettiin käytäntöä, jossa ohjaajan perustehtävä on nostaa ryhmissä esille tärkeitä teemoja, kysymyksiä ja haasteita. Toimintaperusteena todettiin, että ohjaavan opettajan välittömyys, kunnioitus ja empatia ohjaustilanteessa auttavat oppilaita edistymään ja luottamaan itseensä sekä muihin.

### ***Oppilasryhmän rooli ja suhteet tutkijaan***

Tutkimukseen osallistunut oppilasjoukko oli tavallisen peruskoulun kuudennen vuosiluokan ryhmä. Lähes kaikki oppilaat olivat olleet samassa opetusryhmässä ensimmäiseltä luokalta lähtien. Ensimmäisen ja toisen vuosiluokan aikana oppilaat opiskelivat yhdysluokassa, jolloin oppilastovereina oli joko vuotta nuorempia tai vanhempia oppilaita. Kolmannelta vuosiluokalta lähtien he opiskelivat omana 15 oppilaan ryhmänään.

Tutkimuksen oppilasryhmän kokemukset tutkivan oppimisen menetelmästä syntyivät alkuopetuksessa. Tutkija työskenteli ryhmän luokanopettajana ensimmäisestä luokasta aina kuudennen luokan syyslukukauden loppuun saakka, jolloin hän siirtyi toisen kouluun johtajaksi. Tutkijan toimiessa luokan opettajana omien kysymysten ja havaintojen ohjaamia oppimisprojekteja toteutettiin jo alkuopetuksessa tieto- ja viestintäteknologian tukemana. Käytössä oli tuolloin perinteinen tietokoneluokka. Kolmannelta luokalta lähtien tutkivan oppimisen projekteja toteutettiin oppilaiden akateemisten taitojen kartuttua yhä enemmän verkkoympäristön tukemana. Kirjoitus- ja lukutaitoa edellyttävät ja kehittävät työkalut tulivat yhä enemmän käyttöön. Samalla luonnon tutkiminen aidossa ympäristössä ulkona sai kehittyneempiä muotoja, kun ryhmä oli osana yliopiston tutkimusprojektia (Lakkala & Ilomäki, 2015). Luokan projekteissa kehitettiin ja tutkittiin tieto- ja viestintäteknologian opetuskäyttöä rikastuttavia tapoja. Viiden ensimmäisen lukuvuoden aikana ryhmä omaksui varsin kehittyneet käytännöt pöytätietokoneilla opiskeltaessa.

Kuudennen vuosiluokan syyslukukauden puolivälissä koulu liittyi Helsingin kaupungin opetusviraston opetusteknologian käytön kehittämishankkeeseen. Kehittämishankkeen yhtenä tavoitteena on mobiilin teknologian opetuskäytön kehittäminen. Koulun oma pedagoginen lähestymistapa, jonka tutkija oli opettajana koulussa toimiessaan luonut hankkeelle, tavoitteli oppilaiden osallisuuden ja läsnäolon sekä oppilaan oman oppimisen omistajuuden kasvua. Osallisuudella tarkoitettiin sellaisten työtapojen ja teknologioiden hyödyntämistä, jossa oppilaan rooli on toimija enemmän kuin opetuksen vastaanottaja. Oppilaiden läsnäololla tarkoitettiin oppilaiden roolin muutoksen tuomaa aktiivisuutta ja keskustelua ryhmässä ja opettajien kanssa. Oman oppimisen omistajuuden kasvuun liitettiin yhteissuunnittelun ajatus, jolloin oppilaille tarjoutui enemmän mahdollisuuksia



Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä suunnitella omaa työskentelyään, kiinnostuksen kohteita, työtapoja ja tutkivien menetelmien käyttöä. Tärkeänä osana omistajuudessa oli lisäksi oppilaiden itsearviointitaitojen kehittäminen.

#### **4.2.4 Tutkimuspäiväkirja**

Tutkija piti tutkimuspäiväkirjaa tutkimusprosessin aikana. Tutkimuspäiväkirjan ensisijainen funktio on prosessin hallinnan tehtävä. Tutkimuspäiväkirjan kirjoittaminen tuki kehittämistutkimuksen prosessia ja siihen dokumentoituivat kaikki tutkimuksen vaiheet. Päiväkirjaa pidettiin vapaamuotoisesti ja se koostui useasta osasta. Siihen kirjattiin ideoita kehittämisestä, oivalluksia tutkimuksen varrelta, ohjauskeskusteluiden muistiinpanoja sekä muistiinpanoja siitä, mitä ja missä vaiheessa tutkimuksessa tehtiin. Sen avulla voitiin tarkistaa tutkimusta raportoitaessa ajanjaksot ja muistiinpanot tutkimuksen etenemisestä. Toinen tarkoitus päiväkirjan kirjoittamiselle oli ylläpitää tutkijan valppautta.

Tutkimuspäiväkirja lisää näin tutkimuksen luotettavuutta. Ylläpito tapahtui internetin pilvipalveluun tallennettuna, jolloin tutkija pystyi kirjoittamaan sitä puhelimen, tablet-laiteen ja tietokoneen avulla.

Tutkija kirjasi päiväkirjaan myös muistiinpanoja analyysin etenemisestä. Tähän päiväkirjan osaan kirjattiin muistioita aineiston litteroinnista eli äänitteiden tekstiksi kirjoittamisesta, analyysin luokkien syntyemisestä sekä niihin liittyviä havaintoja. Tutkimuspäiväkirja muodosti oman osan kehittämistutkimuksessa, joka tuki tutkimusta. Sen sisältöä ei analysoitu, koska sillä ei vastata tutkimuskysymyksiin.

#### **4.2.5 Oppituntivideot**

Oppimisprojektien oppitunnit videoitiin. Tarkoituksena oli tallentaa yleiskuvaa luokan oppitunneista sekä saada informaatiota luokan yleisestä työskentelystä kehittämistutkimuksen näkökulmasta. Tarkoituksena ei ollut videoaineiston perinpohjainen analyysi. Videokamera sijoitettiin telineeseen joko luokan taka- tai etuosaan. Kuvakulma kattoi lähes koko luokan, mutta työskentelyn aikana jotkin ryhmät olivat kuvan katvealueella. Luokahuoneen ulkopuolisia tiloja ei kuvattu oppilasryhmien siellä tapahtuneen työskentelyn aikana. Kameran läsnäolo todettiin oppilaiden kanssa, eikä siihen kiinnitetty suurta huomiota.

Toisen kehittämissyklin aikana otettiin kuvavirrasta yksi kahden minuutin katkelma antamaan oppilaille virikkeitä haastatteluihin. Kyseessä oli kehittämissyklin oppimisprojektin tutkimuskysymysten asettelun vaihe. Tutkija esitti haastatte- luissa oppilaille videokatkelman, jonka jälkeen palautettiin mieleen, miten kysymyksiä tilanteessa syntyi, mitä tekijöitä siinä tilanteessa oppilaiden mielestä oli ja miten parhaat kysymykset valikoituivat.

Tutkija käytti tutkimuksen aikana oppituntien videokuvaa yleiseen arviointiin opiskelun etenemisestä ja eri työskentelyvaiheiden sujumisesta sekä prosessin kuvauksen laatimisen apuna. Oppituntien videoita käytettiin esille otettujen kehittämiskohteiden mukaisesti, eikä oppitunteja säännönmukaisesti analysoitu. Opettajan ja tutkijan ohjeet tuntien aluissa sen sijaan voitiin tarkistaa raporttia kirjoitettaessa.

## 4.3 Kehittämissyklit

Tutkimuksen kehittämissykliden käytännön toteutus kuvataan tässä luvussa.

### 4.3.1 Esitutkimussykli

Tutkimuksen suunnittelussa nähtiin tarpeelliseksi tehdä yksi esitutkimussykli. Tällä haluttiin varmistaa, että kehitetty pedagoginen ratkaisu mobiiliin teknologian tutkivan oppimisen ympäristöstä olisi toimiva varsinaisia kehittämissyklejä varten. Esitutkimuksella tavoiteltiin myös kokemusta varsinaisten tutkimussykliden muotoilua varten. Esitutkimuksen oppimisprojekti toteutettiin internetissä toimivassa Fronter-verkkoympäristössä. Kehittämistutkimukselle oli tärkeää toteuttaa pilottiprojekti oppilaiden käytössä olevassa verkkoympäristössä, jotta ongelmanalyysissä voitaisiin arvioida sen pedagogista tarkoituksenmukaisuutta ja sovellettavuutta tablet-laitekäytössä. Tällä esitutkimussyklillä ja siinä toteutetulla oppimisprojektilla ns. pilottiprojektilla oli useita tarkoituksia.

Ensinnäkin tarkoitus oli *perehdyttää oppilaat tablet-laitteen tekniikkaan ja arvioida sen käyttökelpoisuutta*, sillä he eivät olleet aikaisemmin käyttäneet laitteita. Tablet-teknisiä ominaisuuksia oli tarkoitus opetella projektin etenemisen yhteydessä mahdollisimman laajasti. Käyttäjän näkökulmasta tehtävänä oli arvioida laitteen käyttökelpoisuutta ja sitä, millaisia käyttökokemuksia oppilaat saisivat oppimisprojektin tehtyään. Tavoitteena oli, että varsinaisessa tutkimussyklissä oppilaat kohtaisivat mahdollisimman vähän teknisiä ongelmia ja huomio kiinnittyisi pedagogisiin asioihin.

Pilotin toisena tavoitteena oli pedagoginen arviointi sen selvittämiseksi, toimivatko *laite ja verkkoympäristö yhdessä oppimisen välineenä* tutkivan oppimisen kontekstissa tarkoituksenmukaisesti ja tarjoisivatko ne tarvittavat ominaisuudet oppilaiden käyttöön. Tarkoituksena oli testata verkkoympäristön ja sen työkalujen toimivuutta kehittämisasetelmassa tablet-laitteilla internetin kautta käytettynä, sillä vastaavaa toiminnoiltaan täydellistä Fronterin tablet-applikaatiota ei ollut saatavilla. Tutkimusluokan oppilaat olivat käyttäneet kyseistä verkkoympäristöä jo ensimmäisestä luokasta lähtien, joten itse ympäristön opetteluun ei tarvinnut varata aikaa. Ajatuksena oli toisin sanoen tutustua laitteeseen oppimisen väli-

neenä. Tärkeimpinä osina olivat keskustelupalstan ja Fronterin omien kirjoitus-työkalujen editorien toimivuus. Tutkivan oppimisen kehittämiseksi kiinnostavaa oli myös oppilaiden palstoille tallentamien viestien määrä ja sisältö.

Kolmanneksi koulurakennuksen langaton tekniikka (WLAN) rakennettiin vain hetki ennen pilottiprojektin alkua, joten myös langattoman lähiverkon toimivuuden testaaminen pilottiprojektissa oikeassa opetuskäytössä oli tärkeää.

Esitutkimussyklin oppimisprojekti koostui kahdeksasta oppitunnista ja kahdesta kotitehtävästä. Pilottiprojektin sisältö käsitteli fysiikan oppisisällöistä voimaa ja liikettä. Pedagogisesta lähtökohdasta pilottiprojektissa harjoiteltiin edelleen tutkivan oppimisen työtapaa. Tutkivan oppimisen prosessin osa-alueet ja niiden tarkoitus kerrattiin projektin alkaessa. Alueista korostettiin jaetun asiantuntijuuden merkitystä oppimisessa. Tiedonrakentelun käsite ja tarkoitus kerrottiin tarkasti. Tässä yhteydessä oppilaille esiteltiin ja havainnollistettiin puhestrategioita Hartikaisen (2007) seitsemäsluokkalaisten tutkimustuloksiin pohjautuen. Oppitunnilla painotettiin kumulatiivisen ja tutkivan puheen merkitystä tiedonrakentelukeskusteluiden onnistumiselle.

Kontekstin luominen aloitettiin yhteisistä kokemuksista. Oppilasryhmä oli ollut ennen pilottiprojektia leirikoulussa, jossa eräänä aktiviteettina oli ollut jokaisen luokkatoverin vuorolla nostaminen valjaissa lähes kymmenen metriä korkeaan heilurikeinuun väkipyörän avulla, niin että muu luokka toimi vetäjänä. Kontekstin luomiseksi oppilaille palautettiin mieleen leirikouluvideon avulla kyseinen leirin hauskin ohjelmanumero. Tämän perusteella opettaja asetti yhteiseksi alkuongelmaksi, *Miten saamme oppilaan latvojen korkeudelle?*

Tehtävän ohje kuului:

*"Kirjoita ensimmäinen työskentelyteoriasi eli selityksesi kysymykseen tähän lapulle. Käytä hyvää kieltä ja kokonaislauseita."*

Keskustelussa kokeiltiin säikeytyvää numeroituvaa aivoriikhikeskustelua, jossa pystyi vastaamaan esitettyyn ideaan uudella lapulla ja se numeroitui automaattisesti ensimmäisen viestin alaotsikoksi. Tällä pedagogisella ratkaisulla tuettiin yhteistyötä omien selitysten parantamiseksi. Oppilaat vastasivat tableteilla asetettuun yhteiseen tutkimuskysymykseen luoden oman ensimmäisen työskentelyteoriasensa verkkoympäristöön.

Työskentelyteorian miettimisen ja kirjoittamisen jälkeen seurasi kriittinen arviointi, jossa tehtävänä oli tutkia yhdessä kaikkien oppilaiden ensimmäiset työskentelyteoriat. Tehtävänä oli pohtia mitä käsitteitä tulee selvittää ja mitä tietoa on etsittävä kysymykseen vastaamiseksi. Tehtävänanto oli seuraava:

*Mitä käsitteitä meidän tulee selvittää ensimmäisten omien selitysten perusteella? Kirjoitetaan tähän muistiin keskustelumme perusteella kaikki ne käsitteet kysymysten muotoon. Näitä sitten tarvitsemme, kun etsimme uutta tietoa ja kirjoitamme raporttia.*

Pohdinnat kirjoitettiin verkkoympäristöön kaikkien luettaviksi ja kommentoitaviksi. Toisessa keskustelussa käytettiin avointa aivoriihipalstaa. Sen tavoite oli nostaa esiin mahdollisimman paljon tutkimista vaativia käsitteitä, jolloin säikeytyvää, vastaamisen mahdollistavaa palstan ominaisuutta ei ollut pedagogisesti mielekäästä käyttää.

Verkkokeskusteluista näkyi esimerkiksi se, että oppilaat lähettivät suhteellisen vähän viestejä. Ensimmäisessä keskustelussa lähetettiin tasan kaksi viestiä oppilasta kohden ja toisessa kolme. Vastausten analyysissä nähtiin myös niiden suuri sisällöllinen vaihtelu: joissakin viesteissä oli neljä merkitystä ja joissakin vain yksi. Toisaalta fysiikan käsitteiden käyttö lisääntyi ja tarkentui kriittisen arvioinnin vaiheessa toisessa aivoriihessä. Analyysin perusteella havaittiin, että verkkokeskusteluja myös luettiin työskentelyn aikana. Johtopäätökset kehittämiselle olivat, että seuraavan tutkimusryhmän verkkoympäristöön ja lähiohjaukseen tarvitaan enemmän tutkivan oppimisen työskentelyä tukevia elementtejä ja tutkimuskysymysten keksimisen parantamista.

Näiden yhteisten tiedonrakentelukeskusteluiden jälkeen muodostettiin viisi kolmen hengen tutkimusryhmää, jotka alkoivat etsiä uutta tietoa internetistä tabletteja käyttäen. Hakusanojen käyttöä kerrattiin tässä yhteydessä. Lähteiden tiedot ohjeistettiin kirjoittamaan tabletin Muistiinpanot-työkaluun. Työskentelyn aikana syntyneet muistiinpanot ja lähteistä löydetty tieto oman kysymyksen selvittämiseksi piti myös kirjata laitteen muistiinpanoihin. Sääntö muistiinpanojen tekemiselle palautettiin myös tässä kohtaa mieleen: muistiinpanojen tulee olla omin sanoin kirjoitettu, ei verkkosivuilta kopioitua tekstiä. Omaa oppikirjaa käytettiin myös lähteenä kotitehtävien yhteydessä samalla ajatuksella kuin verkkosivujen käytöstä oli sovittu. Tutkimusryhmien tiedonrakentelu toteutettiin suullisesti ryhmän sisällä, kunkin jäsenen uuden tietämyksen ja muistiinpanojen perusteella. Oppimisprojektin lopullinen tutkimusraportti kirjoitettiin verkkoympäristön artikkelityökalulla.

Oppilashaastatteluiden analyysin tuloksissa näkyy tavoitteellisesti oppimisen, aktiivisen osallistumisen ja oman toiminnan säätelyn mainintojen suuri osuus, joka oli 42 %, oppimisen piirteitä edustavien mainintojen esiintymisistä. Tutkivan oppimisen taitona lähteiden käytön maininnat nousivat haastattelussa esiin: lähteiden kanssa työskentely edusti neljännestä kaikista analyysiluokista tutkivan oppimisen taitojen ilmiössä. Oppilaat kokivat myös, että liikuteltavasta laitteesta oli hyötyä opiskelulle. Analyysin tulos osoitti, että laitteen nopeus ja näppäryys olivat oleellisia tekijöitä. Johtopäätöksenä lähdettiin edelleen kehittämään aktiivisuutta ja tavoitteellisuutta seuraavassa kehittämissyklissä. Seuraavaan kehittämissykliin lisättiin esimerkiksi verkko-oppijan käsitteen avaaminen oppilaiden kanssa.

Analyysin perusteella kehitettiin verkkoympäristön rakennetta kehittämissyklien välillä. Se oli osa verkkoympäristön käytön ja tuen pedagogista kehittämistä. Kehittämisessä otettiin huomioon Bransfordin ym. (2000) esittämät piirteet oppimisympäristölle. Tavoitteena oli, että verkkoympäristön rakenne monipuolistuisi

ja ottaisi tasapainoisesti huomioon yhteisöllisyyden, tieto- ja oppilaskeskeisyyden. Haluttiin, että jatkuva keskustelu ja arviointi tulisivat mahdolliseksi oppilaille, jotta he voisivat parantaa omaa ajatteluaan ja oppimistaan.

### 4.3.2 Ensimmäinen kehittämissykli

Tutkimuksen ensimmäisen varsinaisen kehittämissyklin oppimisprojekti sai muotonsa edellä kuvatun esitutkimussyklin analyysin tulosten perusteella. Kehittämiskohteeksi valittiin esitutkimuksen analyysin perusteella *verkkoympäristön digitaalisen käyttökelpoisuuden* parantaminen tablet-laitteelle paremmin sopivaksi. Toinen kehittämiskohde oli *tutkivan oppimisen tuki verkkoympäristössä* ja kolmantena tutkivan oppimisen *pedagogisen ohjauksen kehittäminen* lähiopetuksessa.

Ensimmäisellä oppitunnilla oppimisprojektin aloituksessa kerrattiin oppilaiden kanssa tutkivan oppimisen vaiheet ja niiden tarkoitus. Tutkivan oppimisen merkityksen ymmärtämistä edistää Hartikaisen (2007) mukaan se, että opettaja keskustelee etukäteen oppilaiden kanssa siitä, mitä tutkivan oppiminen on. Tutkivan oppimisen mallin yhteiseen käsittelyyn päädyttiin Hartikaisen tutkimuksen havainnon ja esitutkimussyklin kehittämistehtävän perusteella. Puhestrategioita ja niiden merkitystä käsiteltiin edelleen oppilaiden kanssa samassa yhteydessä.

Alakoulun tarpeisiin suunnatuissa tutkivan oppimisen käsitteissä on pyritty selkeyttämään alkuperäisiä osatekijöiden käsitteitä pedagogisesta näkökulmasta (taulukko 3). Muunnetut osatekijänimitykset pyrkivät avaamaan osallistujille toiminnan kautta kunkin vaiheen sisältöä. Tässä tutkimuksessa käytettiin verkkoympäristössä oppimisprojektia ohjaavana elementtinä alakouluun suunnattuja termejä. Oppilaat olivat tottuneet myös teoreettisten nimitysten käyttöön aikaisempina kouluvuosinaan ja osin niitä käytettiin rinnan, kun se oli pedagogisesti järkevää.

**Taulukko 3.** Tutkivan oppimisen osatekijöiden alkuperäiset ja alakouluun suunnatut nimitykset.

Hakkarainen ym. (1998)	Tutkimuksessa käytetyt osatekijöiden nimitykset
Kontekstin luominen	Kontekstin luominen
Ongelmien asettaminen	Ilmeltely ja omien kysymysten tekeminen
Työskentelyteorioiden luominen	Omien selitysten tekeminen
Kriittinen arviointi	Kriittinen arviointi
Syventävän tiedon etsintä	Tietolähteiden käyttäminen
Tarkennettujen ongelmien asettaminen	Kysymysten tarkentaminen
Uusien työskentelyteorioiden luominen	Selitysten parantaminen ja julkaiseminen
Jaettu asiantuntemus	Yhteistyön tekeminen

Tutkivan oppimisen termien ja vaiheiden määrittelyn jälkeen tutustuttiin oppilaan ja opettajan tehtäviin tutkivan oppimisen työskentelyssä. Tässä hyödynnettiin Hakkaraisen ym. (1999) esittämiä määrittelyjä. Molemmat tehtäväkuvaukset olivat tallennettuina verkkoympäristöön, josta jokainen oppilas sai ne itse esille aina tarvittaessa.

Hakkarainen ym. (1999) määrittelee opettajan tehtävät tutkivassa oppimisprojektissa seuraavasti:

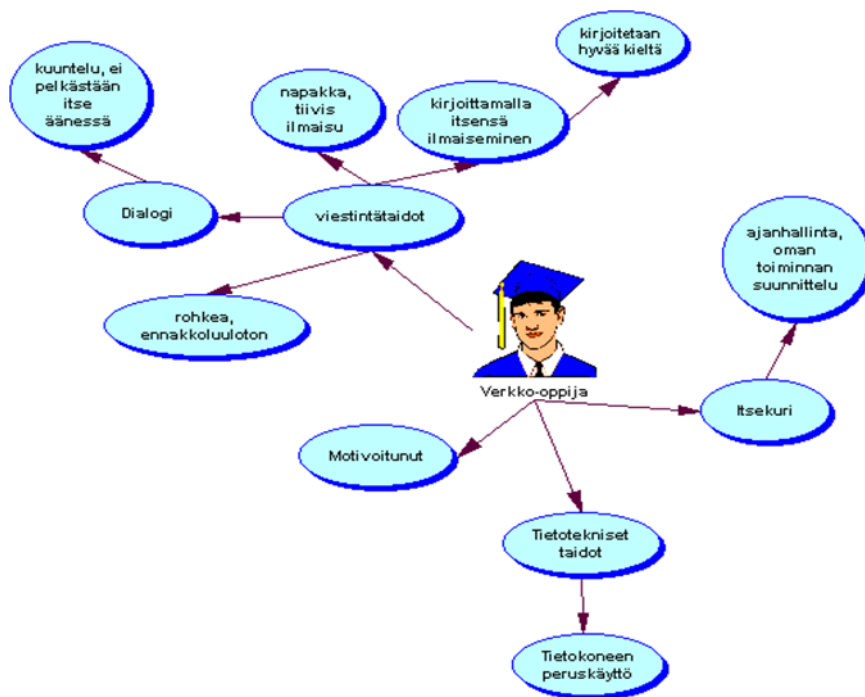
1. Valmistele tutkivan oppimisen projektin pohdittua sen kohteena olevia ydinkäsitteitä, -periaatteita ja suuria ongelmia;
2. Ankkuroi aiheen käsittelyn sekä oppilaiden kokemusmaailmaan että koulun ulkopuolisen maailman monimutkaisiin ongelmiin;
3. Auttaa oppilaita luomaan ja tunnistamaan arvokkaita ongelmia ja rohkeasti tuottamaan omia työskentelyteorioitaan;
4. Tukee tiedonhankintaprosessia ohjaten tarvittaessa oppilaita kirjaston ja muiden tiedonlähteiden käytössä;
5. Seuraa oppilaiden työskentelyä ja tutustuu prosessin aikana kaikkeen oppilaiden tuottamaan tietoon pystyäkseen tukemaan oppilaita prosessin etenemisessä;
6. Osoittaa tarvittaessa epäselviä tai tarkentamattomia kohtia oppilaiden teorioissa ja auttaa heitä syventämään tutkimusprosessiaan. Tarvittaessa hän selittää asioita oppilaille;
7. Arvioi projektin edistymistä ja saavutettujen tulosten onnistumista yhdessä oppilaiden kanssa.

Oppilaan tehtävät tutkivassa oppimisprojektissa Hakkarainen ym. (1999) mukaan:

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

1. Osallistuu aktiivisesti työskentelyyn tietoverkossa tai muussa käytetyssä teknologian tukemassa oppimisympäristössä;
2. Suunnittelee omaa tutkivan oppimisen prosessiaan yhdessä oppilastovereidensa kanssa;
3. Asettaa oman ymmärryksensä aukoista ja ihmettelystä esiin nousevia ongelmia;
4. Muodostaa omia käsityksiään ja työskentelyteorioitaan tutkimuksen kohteena olevista ilmiöistä;
5. Etsii tietoa itsenäisesti monenlaisista tiedonlähteistä ja käyttää tietoa tutkimusongelmiinsa vastaamisessa;
6. Auttaa muita oppilaita vastaamaan kysymyksiinsä jakamalla hankkimaansa tietoa ja kommentoimalla muiden oppilaiden tutkimusprosessia, heidän luomiaan työskentelyteorioita ja heidän hankkimaansa tietoa;
7. Raportoi tutkimusprosessin tuloksista;
8. Arvioi oman ja muiden oppilaiden tutkimusprosessin edistymistä.

Tämän jälkeen tutustuttiin verkko-oppijan käsitekarttaan, joka oli niin ikään tallennettu verkkoympäristöön. Käsitekartassa (kuvio 4) on eriteltynä niitä ominaisuuksia ja taitoja, joita hyvä verkko-oppija hallitsee.



Kuvio 4. Verkko-oppijan tunnuspiirteet esitettynä käsitekartan avulla (Palmenia, tieto- ja viestintätekniikan oppimiskeskus, 2006).

Yhteisessä keskustelussa oppilaiden kanssa pohdittiin kuvion 4 perusteella, mitä ominaisuuksia verkon avulla opiskellessa tarvitaan. Oppituntivideon (10.1.2013) mukaan todettiin, että verkko-oppijan viestintätaidot, joita tutkivan oppimisen tiedonrakentamisessakin tarvitaan, koostuvat dialogin hallitsemisesta puhuen, kuunnellen ja kirjoittaen. Kirjoittamisen tulisi olla ytimekästä ja tutkivan oppimisen työskentelyn ennakkoluulotonta. Hyvä verkko-oppija hallitsee tietoteknisiä taitoja, on motivoitunut, omaa ajanhallinnan ja toiminnan suunnittelun taitoja (metakognitiivisia taitoja). Lisäksi alun keskustelussa yhdistettiin verkko-oppijan dialogitaidot esitutkimuksen yhteydessä esitettyyn puhestrategioiden merkitykseen. Opetuskeskustelun tavoitteena oli tiedonrakentelukeskustelun käytäntöjen parantaminen. Tämän tutkimusprojehtiin lisättiin myös tukikeskustelupalsta, joka toteutettiin kaikille yhteisenä tuntitehtävänä. Tällä pyrittiin varmistamaan, että oppilaat esittivät omaa työskentelyä edistäviä tukikysymyksiä toisilleen ja käyivät niistä keskustelua.

Kehittämissyklin oppimisprojektin aihepiiri jatkoi kuudennen luokan fysiikan ja kemian opetussuunnitelman sisältöjä. Tässä oppimisprojektissa keskityttiin sähköön ja energian opiskeluun. Projektin johdannosta siirryttiin tutkivan oppimisen mukaisesti ensin kontekstin luomisen vaiheeseen. Se lähti liikkeelle yhteisestä tiedonrakentelukeskustelusta, jonka aloituskysymys oli seuraava:

*Mihin kaikkeen tarvitsemme sähköä? Tehtävänanto oppilaille keskustelun alussa kuului: ”Pohdi asiaa kirjoittamalla uusi viesti. Käytä keskustelun vastaa-linkkiä.”*

Kontekstikeskustelussa käytettiin perinteistä keskustelurunkoa. Kun ensimmäinen keskustelu oli purettu, jatkettiin tutkimuskysymysten keksimiseen Fronterin aivoriihityökalun avulla. Oppilaille muistutettiin tehtävänannossa, millainen on hyvä tutkimuskysymys: kuinka, miksi, miten? Heitä ohjeistettiin tekemään niin monta kysymystä kuin haluavat. Oppilaat tallensivat aivoriiehen yhteensä 34 kysymystä. Seuraavaksi työskenneltiin yhteisöllisesti siten, että tärkeimmät kysymykset aivoriiehestä nostettiin esiin. Oppilaat miettivät, mistä kysymyksistä saataisiin eniten tietoa ja mitkä olisivat tärkeimpiä kysymyksiä tässä vaiheessa sähköön ja energian opiskelussa. Tämä toteutettiin heijastamalla projektorin välityksellä kysymykset kaikkien näkyville. Oppilaiden 34 ehdotuksesta valikoituivat oppilaiden kanssa käydyn suullisen keskustelun perusteella lopulliset viisi tutkimuskysymystä. Opettaja ja tutkija osallistuivat keskusteluun tehden tukikysymyksiä valintaan liittyen. Oppilaat jaettiin viiteen kolmen oppilaan ryhmään, kuten myös esitutkimusprojektissa oli ollut. Ryhmien kokoonpanonoja vaihdettiin oppilaiden kanssa yhteisesti sopien sen jälkeen, kun varsinaiset tutkimuskysymykset varmistuivat. Ryhmät saivat toivoa heille tulevaa kysymystä. Lopullisiksi tutkimuskysymyksiksi tässä oppimisprojektissa valikoituivat seuraavat ongelmat:



Mitä sähkö on?  
Miten sähköä tuotetaan?  
Mitkä materiaalit johtavat sähköä?  
Miten sähköä saadaan koteihin?  
Miten sähköä voidaan hyödyntää?

Valitut kysymykset soveltuvat erinomaisesti kuudennen luokan opetussuunnitelman oppisisältöihin, joten oppilaiden omien tutkimuskysymysten asettelua voidaan tässä syklissä ajatella onnistuneen, vaikka aivoriiehen tallennettujen kysymysten kokonaismäärä ei kovin suureksi noussutkaan. Edellä kuvatut vaiheet toteutettiin syklin ensimmäisellä yhteisellä työskentelykerralla, jonka kesto oli kaksi oppituntia.

Ongelman asettamisen vaiheen analyysissä paljastui, että oppilaat tekivät keskimäärin 2,6 kysymystä, mikä oli hieman enemmän kuin esitutkimuksessa. Kysymyksistä löytyi viisi kategoriala, jotka kaikki liittyivät aiheeseen. Kysymysten määrää ja laatua haluttiin kehittää, sillä ongelman asettaminen on oleellisen tärkeää tutkivan oppimisen alussa ja niistä hyötyvät kaikki oppilaat. Kysymysten rikastamista seuraavaa tutkimussykliä varten kehitettiin siten, että työskentelyn alussa oppilaille selvitettiin aiheen, tutkimuskysymyksen ja tarkentavien kysymysten välistä suhdetta. Toisena keinona tutkimuskysymysten keksimiseksi käytettiin enemmän ja monipuolisemmin oppimateriaalia kuin ensimmäisessä oppimisprojektissa. Kysymyssanojen tärkeys nostettiin esille, kun tutkimuskysymyksiä ryhdyttiin laatimaan.

Seuraavalla työskentelykerralla viikon päästä oli ohjelmassa ensimmäinen työskentelyteoria ja sen kriittinen arviointi kahden oppitunnin aikana. Nämä tutkivan oppimisen osa-alueet toteutettiin yhdessä keskustelupalstassa siten, että ensin oppilaat kirjoittivat uutena viestinä ensimmäisen oman selityksen tutkimuskysymykseensä. Tämän jälkeen oppilaat lukivat toistensa selityksiä ja käyttivät keskustelupalstan vastaa-toimintoa kriittisen arvioinnin ja palautteen kirjoittamiseen. Opettajan ohje oli tallennettu keskustelupalstan ohjekenttään:

*1. Kirjoita otsikkoon oma tutkimuskysymyksesi. Kirjoita sitten tekstikenttään oma selityksesi kysymykseen. Voit hieman lisätä uutta, jos sinulle tulee uusia asioita mieleen. Tallenna.*

*2. Toisena käymme kriittistä palautetta selityksistä. Paina tällöin Vastaa-linkkiä.*

*Muista:*

- a. Kiinnitä huomiota kohtiin, jotka vaativat lisäselvityksiä, kysy.*
- b. Kirjoita lisätietoja itse, jos tiedät asiasta jotain (ja mistä olet sitä lukenut)*
- c. Älä kiinnitä huomiota kirjoitusvirheisiin, vaan sisältöön.*

*Kriittinen arviointi tähtää omien vastausten kehittämiseen ja parantamiseen! Ei ole tärkeää onko vastaus valmis, vaan miten sitä voi kehittää eteenpäin.*

Työskentelyteorioiden tiedonrakentelukeskusteluun tallennettiin yhteensä 70 viestiä.

Neljännän oppitunnin oppilaat työskentelivät luokanopettajan kanssa. Vuorossa oli syventävän tiedon etsimisen aloittaminen ja kotitehtävä. Tutkija laittoi seuraavat työskentelyohjeet verkkoympäristön etusivulle:

*Seuraavaksi ryhdymme ryhmän kanssa etsimään hyviä lähteitä tietojemme kartuttamiseksi ja omien teorioiden testaamiseksi. (Muista mitä kirjoitit viime kerran omaan teoriaan) Mistä voisimme tietoa löytää? Mitkä ovat hyviä hakusanoja? Mitkä ovat luotettavia lähteitä? Löytyykö aiheesta kirjoja?*

*Tee muistiinpanoja iPadiin. Muista: et voi kopioida, vaan sinun on tehtävä muistiinpanoja sinulle tärkeitä kohdista ja merkittävä lähde näkyviin. Keskustelkaa tiiviisti oman ryhmän sisällä. Jossain vaiheessa on viisasta laittaa viestiä Kysymyksiä ja apua -keskusteluun.*

Tunnin jälkeiseksi kotitehtäväksi määriteltiin muistiinpanojen tekeminen laitteen muistikirjaan ja verkkoympäristön apukysymyspalstaan osallistuminen. Ohjeet kirjattiin näkyviin etusivulle:

*KOTITEHTÄVÄT, 2 kpl:1. Tietojen etsiminen ja muistiinpanojen tekeminen. (Muistiinpanot voi kirjoittaa iPadin muistikirjaan, äänittää, ottaa kuvan tai jotenkin muuten tablettia hyödyntäen!).*

*2. Pohdintatehtävä: Apukysymyksen tai vinkin kirjoittaminen Fronteriin kohtaan Kysymyksiä ja apua > Kysyn kaverilta - annan vinkin. Vinkin saa lisätä linkit-kohtaan.*

Tehtävänanto keskusteluryhmän ohjeissa oli seuraava:

*Kun eteen tulee visainen pulma tai ihan vain pohdit ja ihmettelet tutkittavaa asiaa, kirjoita tähän keskusteluun työhönne liittyviä kysymyksiä, joihin toivotte muiden ryhmien vastaavan ja antavan vinkkiä, miten kysymykseen voisi löytää vastauksen. Pohdinnan tai kysymyksen voi lähettää koko ryhmän nimissä!*

*Voit laittaa myös vinkkejä työn vaiheista. Linkkeihin työkalupalstalla voi lisätä suoraan hyviä lähdesivuja.*

*Tämä on yhteistyötä! :)*

Pohdinta- ja apukysymyskeskusteluun tallennettiin yhteensä 37 viestiä. Tutkija osallistui ohjaavasti keskusteluun seuraavalla viikolla. Oppilaat vastasivat toisensa kysymyksiin aiheesta. Keskustelussa oppilaat jakoivat neljä löytämäänsä

verkkosivustoa, jotka käsittelevät sähköopin asioita (esim. Antti Atomi: Tampereen yliopisto., Sätky: Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry.) ja tutkija yhden Astel.fi-verkkosivuston osion (Lavonen, Juuti, Kallunki, Meisalo, Mikama, Suhonen, Lepikkö & Jokinen, 2006).

Oppimisprojektin viides ja kuudes oppitunti muodostivat kahden tunnin kokonaisuuden. Ne sisälsivät tutkimuspäiväkirjan (31.1.2013) mukaan tiedon etsintää ja prosessointia. Edellisellä tunnilla oli annettu kotitehtäväksi tiedon etsintää ja niistä muistiinpanojen kirjoittamista tablet-laitteen Muistiinpanot-työkaluun. Oppilasryhmät vertailivat ja keskustelivat oppitunnilla muistiinpanoista, joiden tekeminen oli ollut kotitehtävä. Ryhmiä ohjeistettiin myös etsimään edelleen uusia lähteitä. Tutkija oli lisäksi linkittänyt verkkoympäristöön ajankohtaisen Helsingin Sanomien lasten tiedekysymysartikkelin Mitä on pistorasiasta tuleva sähkö? (Apaja, 2013), joka oli julkaistu vain viisi päivää aikaisemmin. Kahden oppitunnin kokonaisuuden jälkimmäisellä tunnilla ryhmien tehtävänä oli suunnitella oman raportin kirjoittamista.

Seitsemäs ja kahdeksas oppitunti sisälsivät opettajan johdolla tiedonetsintää ja raportin kirjoittamisen aloittamisen. Tutkija oli tallentanut verkkoympäristöön uudeksi lähdesivustoksi Astel.fi-verkkosivuston (Lavonen ym., 2006) sähköä ja magnetismia laajasti käsittelevän osion. Oppilaita ohjattiin myös uusien, syventävien kysymysten esittämiseen ryhmässä. Kotitehtäväksi annettiin tutkivan oppimisen kriittisen arvioinnin ja yhteistyön ajatusta noudattaen rakentavan palautteen antaminen muille ryhmille aloitetuista raporteista. Tarkoituksena oli myös se, että oppilasryhmät pystyisivät tarkentamaan tutkimuksensa ongelmia ja omia kysymyksiä edettäessä tutkivan oppimisen syklin mukaisesti selitysten parantamiseen ja julkaisemiseen. Palautteen antamisessa käytettiin keskustelupalstaa. Tehtävänanto oli seuraava:

*Hei,*

*lue NELJÄNTEEN kansioon talletettuja ryhmien töitä.*

*Anna rakentavaa palautetta ryhmälle: mikä oli hyvää? Mistä haluaisit tietää lisää? Ehdotuksia ja vinkkejä!*

*Otsikoi huolellisesti niin, että ryhmät löytävät juuri heille osoitetut palautteet.*

*Esim. Palautetta kysymykseen Mitä sähkö on?*

Kotitehtävään tallennettiin yhteensä 24 viestiä. Yhdeksän ja kymmenen oppitunnin tema oli yhteistyö, jolloin ohjeena oli oppilaiden raporttien kirjoittamista, tiedonetsintää ja mahdollisten koejärjestelyiden tekeminen. Oppilaat tutkivat saamansa rakentavan palautteen, joka oli annettu edellisellä tunnilla kotitehtäväksi ja miettivät miten se tulisi ottaa huomioon omassa työssä. Oppilaita kehoitettiin myös vastaamaan esitettyihin syventäviin kysymyksiin. Tutkija oli edelleen lisännyt lähdemateriaalia verkkoympäristöön linkittämällä Yleisradion Oppimisen neljä videoita sähköopista. Videot käsitelivät seuraavia aiheita, jotka tutkija

oli myös järjestänyt loogiseen esittämisjärjestykseen: 1. Atomin rakenne ja varaukset, 2. Sähkövirta – mitä se on? 3. Virtapiirin kytkeminen ja 4. Jännite ([www.yle.fi/aihe/oppiminen](http://www.yle.fi/aihe/oppiminen)). Nämä lyhyet videot myös katseltiin yhdessä tunnin alussa opettajan koneelta, koska tablet-laitteen verkkoselain ei näyttänyt Flash-tuettuja videoita. Oppilaiden kanssa keskusteltiin, miten videot liittyvät heidän tutkimuskysymyksiinsä ja siihen tietämykseen, jota he tähän mennessä ovat itse projektin aikana rakentaneet. (Tutkimuspäiväkirja 14.2.2013).

Yhdestoista oppitunti opettajan johdolla sisälsi tutkimusraporttien kirjoittamista ja viimeistelyä. Jokaisen ryhmän tuli avata neljänteen työskentelykansioon uusi sivu omaa raporttia varten. Kansiossa oli tutkijan ohjesivu raportista. Oppilaita ohjeistettiin oman tekstin kriittiseen tarkasteluun. Tutkija seurasi ryhmien raporttien etenemistä verkkoympäristössä ja antoi ohjeet seuraavan viikon työskentelyä varten. Kotitehtävänä oli lukea muiden oppilasryhmien tutkimusraportit päättöskertaa varten.

Oppilasryhmien raporttien analyysin tuloksista ilmeni, että vaikka oppilaat hyödynsivät laajemmin tablet-laitteen tuomia mahdollisuuksia kuin esitutkimuksessa, ryhmät eivät kyenneet kovin monipuolisesti hyödyntämään laitteen tarjoamia. Tämä otettiin huomioon siten, että seuraavan syklin alussa otettiin käyttöön uusia sovelluksia ja myös kerrattiin laitteen käytön teknisiä taitoja.

Oppimisprojektin viimeisellä kerralla ryhmät esittivät raporttinsa muille ryhmille, jolloin kaikilla oli mahdollisuus tehdä kysymyksiä esittäjille. Tällä tapauksella tarkasteltiin myös projektin onnistumista yhteisessä keskustelussa Fronter-ympäristössä. Oppilaiden tehtävänä oli miettiä vastauksia esitettyihin kysymyksiin:

*Mikä tai mitkä asiat sujuivat hyvin?*

*Millaisia tuloksia saavutimme?*

*Mitä opimme lähtökohtana olleista tutkimuskysymyksistä?*

Vastauksia käytettiin arvioitaessa toteutunutta projektia ja seuraavan syklin kehittämistyötä tehtäessä. Ensimmäinen oppimisprojekti sisälsi yhteensä 12 lähiopeustuntia.

Opettaja oli varannut projektin ajaksi kotiluokkaan kaikkien ryhmien käyttöön sähköopin opetusvälineitä kuten johtimia, virtalähteitä, paristoja, lamppeja, aurinkokennoja, vesipyöriä jne. Yksi ryhmä käytti näitä välineitä vastatessaan tutkimuskysymykseensä. Tämän ryhmän tutkimuskysymys oli Mitkä materiaalit johtavat sähköä? Oppilasryhmä rakensi koeasetelmaksi virtapiirin kolmesta johtimesta, hehkulampusta ja paristovirtalähteestä, johon he kytkivät eri aineista valmistettuja kappaleita havainnoidakseen virran kulkua ja saadakseen vastauksia kysymykseen. Ryhmän tutkimuskysymys oli otollinen omille kokeille. Muut ryhmät turvautuivat tiedonhaussa kulttuurisiin lähteisiin, kirjoihin ja internetin lähteisiin, sekä niihin havaintoihin joita lähiympäristö tarjoaa.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

Opettajahaastattelun analyysin tuloksista havaittiin, että ryhmien työskentelytottumukset vaikuttavat opiskeluun. Yksi kehittämispäätös oli, että kahden oppilaan ryhmä toimisi paremmin kuin kolmen oppilaan ryhmä. Analyysin mukaan pienempi ryhmä näyttäisi olevan dynaamisempi ja se suosisi tutkivan oppimisen vaatimaa keskustelua. Opettajan käsitys oli, että virikkeiden käyttäminen auttaa ja innostaa oppilaita kokeilemaan uusia oppimista tukevia asioita. Seuraavaa kehittämissykliä varten ryhmäkoko rajoitettiin kahteen oppilaaseen. Puhestrategioita tutkivassa oppimisessa käsiteltiin yhteisesti oppilaiden kanssa. Opettajan ohjaustyössä projektin aikana kiinnitettiin huomiota rohkaisuun, löydetyn tiedon esittämiseen ja jakamiseen eri tavoin.

Kuvassa 1 on Fronter-verkkoympäristön valmis etusivu, kun projekti oli päätöksessään. Etusivulla näkyy oppilaille suunnattu kontekstiluontikysymys sähköturbiinista ja kuva yhteistyökeskustelusta ohjausteksteineen. Tässä oppimisprojektissa käytettiin alikansioiden sisällä keskustelupalstoja sekä sivu- ja artikkelityökaluja.

**6.lk Tutkimushuone...**

**TERVETULOA kuudesluokaisen Pyryn tutkivan oppimisen tutkimushuoneeseen!**  
Kuvarympäyksen vastaus paljastetaan tässä kysymässä on suuri turpuri, josta suoraan on välikärsästä pois. Turpuri on puolestaan yhteydessä genetaattorin akselin välityksellä.

**Mikä sähköön tuottamiseen liittyvä laite mahtaa olla kuvassa?**  
Vastaus paljastetaan myöhemmin!

Vastaus	Prosentti	Käyttäjät
Dynamo	6%	(1)
Poturi	0%	(0)
Turpuri	41%	(7)
Rootori	0%	(0)
Generaattori	53%	(9)

Aloitteita yhteensä: 17

**Ensimmäisen tutkimuksen projektin vaiheiden ja toteutuksen.** Verrattuna tähän mikä laiteesta mahtaa olla kysy. Palautu mieleesi Tutkivan oppimisen vaiheet Alkio-kansiot ja tutustu verkko-oppian käsikirjaan. Sen jälkeen menemme Työme vaiheet ja vielä Missä mennään-kontekstin luominen kansioon.

**Toisessa vaiheessa meidän on hyvä tutkua kysymyksiä eli tutkimusongelma.** Alkiothi käytän Työme vaiheet 2 kansiossa Omien kysymysten tekeminen. Tutkua kysymykset käsittelyssä jones.

**Kolmannessa vaiheessa meidän on hyvä tutkua kysymyksiä alkiothi.** Tämän jälkeen kirjoitetaan vastauksen tutkimuskykyänsä tärkeitä tekijöiden perusteella.

**Hyvä esitelmä vaiheen jälkeen käymme kriittisiä keskusteluita ja teorianrakentelua yhteisesti selittäessä.** Mitä joku muu luokassa voi jo tietää asiasta? Siirry teorianrakenteluun.

**Syventäessä uutta tietoa elämään!**  
Seuraavaksi ryhmämme ryhmän kanssa elämästä hyvä tietoa kysymyksiä ja omien teorian rakentamiseksi. (muista mitä kirjoitit viime kerran omien teorian rakentamiseksi) Mitä uutta tietoa löydät? Mitä uutta tietoa löydät? Löydät uutta tietoa kysymyksiä.

**Tee muistipöytätyö!** Aloitte: ei voi kopioida, vaan sinun on tehtävä muistipöytätyö omilla kysymyksillä ja merkittävillä sanoilla näkyvien keskusteluiden tulosten omien ryhmän sisällä. Joskaan vaiheessa on viisasta laittaa viestit kysymyksiä ja apu-keskusteluun.

**KOTITEHTÄVÄT:** 2 kpl 1. Tietojen esittäminen ja muistipöytätyön tekeminen. (Muistipöytätyö voi kirjoittaa pöytätyömuistipöytätyö, äänitiedot, ottaa kuvan tai jotain muuta tavalla hyödyntäen).

**2. Pohdintatiedot:** Apukysymyksiä tai viikin kirjoittaminen Fronterin kansion Kysymyksiä ja apu - Kysyn kaverilta - annan viikin. Viikin saa laista innok - kansion.

31.1.2013 kahden tunnin kokous. - meidän uusi tietoa, käytössä kotona tehty muistipöytätyö. Ryhmässä meidän raportin kirjoittamasta.

7.2. Käsi hyviä tietoja löydä Linkit-yhteyksiin. Tutustua värin ASTEL-kuulokkeen, se on toella seistä ja vielä hyviä kuvia ja muita.

**7.2. SELITYSTEN RAJANTAMINEN JA JULKAISEMINEN**

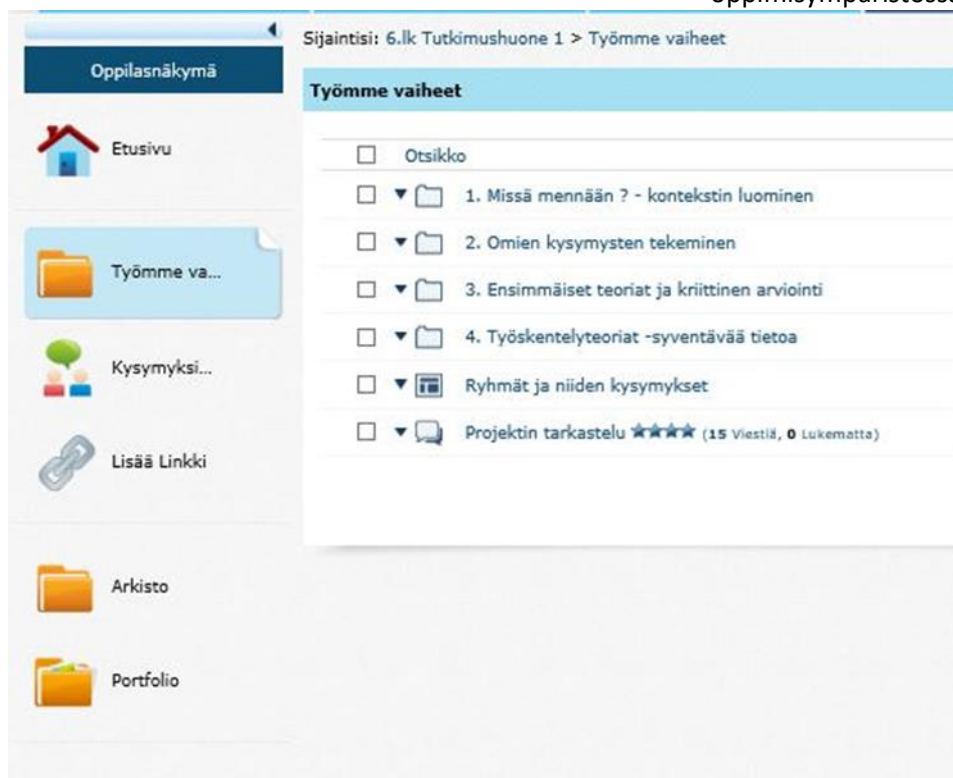
1. Etukästä vielä noin puoli tuntia uutta tietoa. Ennen hoidi innok Linkit-kansiossa. Aloitte: jokainen ryhmän pitää tutustua siihen ja käyttää tietoa.

2. Aloitte: kansioon mit 4 KYSYKÄLLE oma uusi tieto. Oskakaa se ryhmämme tutkimuskykyänsä. Katsokaa open mallia, viikin on myös raportin mallia. Tietoa etten viime seistäsi ei paranna huomasti mit, jota ensin keskusteluun tein: KOTITEHTÄVÄT on lukea koston ryhmän seistä ja antaa mitä parasta keskusteluun, joka on kansiossa 4.

Teemme vielä syventäviä uusia kysymyksiä, jota voimme mahdollisuuksien mukaan teetää omilla kokeilla, jota voimme parantaa oma seistäsi edelleen. Oskakaa kritiikkiä omalle teinille, sitä pitää parantaa ja poistaa tavittava epäselvyä kanta.

Kuva 1. Ensimmäisen tutkimusprosessin verkkoympäristön etusivu.

Kansioon Työme vaiheet (kuva 2) tallennettiin projektin edetessä työskentelyalikesiot. Nämä alikesiot opettaja nimesi tutkivan oppimisen vaiheiden mukaisesti ohjaamaan työskentelyä. Kansiota on neljä: 1. Missä mennään – kontekstin luominen, 2. Omien kysymysten tekeminen, 3. Ensimmäiset teoriat ja kriittinen arviointi ja 4. Työskentelyteoriat – syventävää tietoa. Näiden kansioiden sisään opettaja ja oppilaat tallensivat ja tuottivat kunkin vaiheen työskentelyssä tarvittavat aineistot, keskustelut, dokumentit ja alikesiot.



Kuva 2. Työme vaiheet - kansion alikansiorakenne.

Kehittämissyklin lopuksi toteutettiin refleктоiva tehtävä keskustelutyökalulla. Tehtävän nimi oli Projektin tarkastelu. Oppilailta haluttiin ajatuksia heidän omasta toiminnastaan oppimisprojektin aikana ja yleisiä huomioita projektista. Keskustelun ohje oli seuraava:

*Hei,*

*Mieti tämän tutkivan oppimisen projektin onnistumista.*

*Mikä tai mitkä asiat sujuivat hyvin?*

*Millaisia tuloksia saavutimme?*

*Mitä opimme lähtökohtana olleista tutkimuskysymyksistä?*

*Tässäpä muutama visainen pähkinä purtavaksi!*

*terv Seppo*

*ps. Anna tähtiä projektillemme!*

Ensimmäisen kehittämissyklin oppimisprojektin pituus oli oppilaiden lähiope-  
tustyöskentelynä kahdeksan viikkoa, joiden aikana oli yhteensä 14 oppituntia.  
Projektin kesto oli sama kuin esitutkimussyklissä.

Verkkoympäristön rakennetta kehitettiin edelleen syklien välillä tulosten ana-  
lyysin pohjalta.

### 4.3.3 Toinen kehittämissykli

Tutkimuksen toisen kehittämissyklin kehittämiskäsitteet perustuivat kahteen kehittämiskäsitteeseen. Ensinnäkin jatkettiin ensimmäiseen tutkimussykliin tehtyjen ratkaisujen kehitystyötä ja toiseksi nostettiin esiin aineiston analyysistä nousseita kehittämiskohteita. Kehittämiskäsitteiksi muodostuivat verkkoympäristön ja laitteen teknisen käsiteltävyyden parantaminen, tutkivan oppimisen tuki verkkoympäristössä, pedagogisen ohjaamisen kehittäminen ja tutkivan oppimisen kysymysten tekemisen vaiheen kehittäminen.

Kehittämissyklin toisen oppimisprojektin aihepiiri jatkoi kuudennen luokan fysiikan ja kemian opetussuunnitelman sisältöjä, joissa edettiin aineiden tutkimiseen otsikolla Aineet ympärillämme. Aihepiirissä tutkittiin siten aineiden kemialla. Toisen tutkimussyklin oppimisprojektin aloitus oli sekä hyvin informatiivinen että toisaalta osallistava. Aloitustapaaminen sisälsi kaksi oppituntia, jotka jakautuivat kolmeen osaan. Tutkimuspäiväkirjan (4.4.2013) mukaan aloituskerran ensimmäinen osa käytettiin purkamalla ensimmäinen oppimisprojekti yhdessä oppilaiden kanssa. Tunnilla tarkasteltiin lyhyesti ensimmäisen oppimisprojektin tutkimuksia ja mitä materiaalia oppilasryhmät olivat saaneet aikaiseksi. Tämä pohjusti tutkijan kerrontaa luokalle kehittämistyöstä ja uuden kehittämissyklin aloittamisesta. Tutkija esitteli analyysissä esille tulleita parannettavia alueita.

Tutkija kertoi oppilaille puheen ja keskustelukulttuurin merkityksestä oppimisessa. Oppilaita ohjeistettiin ja rohkaistiin käyttämään projektin tiedonrakentelu-keskusteluissa sekä kumuloituvaa että tutkivaa puhetapaa retoristen puhetapojen, kuten yksin tai toiset ohittavan puhettavan sijasta.

Oppilaille esiteltiin ja selitettiin ongelmanasettelun vaiheen eli tutkimuskysymysten parantamisen kehittämistavoite. Vaikka oppilaiden ensimmäisen oppimisprojektin tutkimuskysymykset olivatkin olleet hyviä, mikä oppilaille kerrottiin, oppijoita motivoitiin rikkaampaan aivoriihityöskentelyyn, koska kysymykset ovat oleellinen osa tutkivan oppimisen projektia. Tutkimuskysymysten rikastamiseksi työskentelyn alussa materiaaleina käytettiin ohjelmaa Luontolouppi kalkkikivi-kaivoksella Tytyrin kaivoksesta Lohjalta (<http://vintti.yle.fi/yle.fi/opettajatv/opettajatv.yle.fi/teemat/aine/587/609/m445/Eurooppa+osana+maailmaa.htm>). Kontekstin luomisessa käytettiin myös interaktiivista oppimisaihiota luonnon raaka-aineista ja niiden käytöstä tuotteissa. Oppimisaihion nimi oli Luonnonvarat ihmisen käytössä (Otava TutkiNet). Se käsiteltiin koko oppilasryhmän kanssa yhdessä interaktiivisella valkotaululla, jonka toiminnot tukivat aihion monipuolista käsitelyä. Tällä tavoin oppilaat pääsivät itse työskentelemään oppimisaihiota älytaululla.

Ensimmäisellä oppitunnilla tutkija myös selvitti oppilaille kolme kehitysaluetta, joita viimeisessä oppimisprojektissa pyritään parantamaan. Käsitteet design ja kehittäminen kerrattiin myös tässä yhteydessä. Oppilaiden kanssa keskusteltiin mobiilin laitteen teknisen käytön kehittämisestä, mitä pyritään parantamaan ja rikastamaan. Oppilaille esitettiin mitä mediaelementtejä ryhmät olivat käyttäneet



## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

raporteissaan ensimmäisessä kehittämissyklissä ja samalla esiteltiin uusia työkaluehdotuksia. Oppilaita rohkaistiin luoviin ratkaisuihin ja uusiin käyttötapoihin niin tiedonetsimisen ja -rakentelun, keskustelukulttuurin kuin tutkimusraportin rakentamisessa.

Toisen oppimisprojektin tablet-laitteen toimintoihin kohdistuvat kehittämistoimet otettiin käsittelyyn aloitustapaamisen toisessa osassa. Tiedonjakamisen ja ymmärtävän selittämisen tukemiseksi oppilaille esiteltiin uutena työkaluna ShowMe-niminen sovellus. Tämän työkalun avulla myös monipuolistettiin tiedonjakamisen mahdollisuutta. Aloitustapaamisessa todettiin yhteisesti, että tablet-laitteen teknistä osaamista on syytä kerrata. Tämän vuoksi kerrattiin, miten laitteelta saadaan otettua kuvakaappausvalokuva ja miten se tallennetaan verkkoympäristöön ja omaan tutkimusraporttiin ympäristön oman tekstityökalun editorin avulla. Seuraavaksi kerrattiin videon kuvaaminen laitteella ja sen tallentaminen luokan pilvipalvelun kansioon. SimpleMind-käsitekarttatyökalun käytön kertominen ja käsitekarttojen tallentaminen tutkivan oppimisen työn raporttiin osoitautui myös tarpeelliseksi tässä yhteydessä.

Oppilaiden kanssa keskusteltiin myös mobiilin laitteen käytön pedagogista kehittämisestä tutkivan oppimisen tukena. Oppituntivideon (4.4.2013) mukaan oppilaille kerrottiin videoiden ja haastatteluiden analyysin perusteella tehdyistä havainnoista. Ensinnäkin keskusteltiin siitä, että tabletin nopeamman käytön takia oppilaille vapautui aikaa. Sitä tulisi käyttää vastaisuudessa paremmin hyödyksi. Keskustelussa todettiin, että työskentelyn reippaampi eteneminen on mahdollista ja hyödyksi oppimiselle. Oppilaille korostettiin omaa vastuuta ja oppimisen omistajuutta tutkivan oppimisen työtavassa. Omaa työtä on ohjattava tavoitteiden suuntaisesti: tutkivan oppimisen prosessissa on aina lukemista ja muuta omaa tutkimusta edistävää tekemistä, eikä se rakennu vain yksittäisten kullekin oppitunnille asetettujen tehtävien varaan. Tässä yhteydessä kerrattiin lähteiden näkyviin merkitsemisen tärkeys ja tapa. Keskustelussa oikaistiin joillakin oppilailla esiintynyt virheellinen käsitys internetin välityspalvelimen ja lähteen erosta. Tässä käytettiin vertauksena kirjastoa tiedon välittämisen metaforana.

Tablet-laitteen käytön kehittämisessä ja monipuolistamisessa päätettiin viimeisen oppimisprojektin alussa ottaa käyttöön yhteisöllinen viestiseinä Today'sMeet, jonka avulla kontekstin luomisen vaiheessa oppilasryhmä keskusteli projektin aihepiiristä tutkijan ja opettajan kanssa.

Oppilaiden aktiivisen työn, tavoitteellisuuden ja tiedostamisen tukemisen kehittämiskohta käsiteltiin yhteisesti aloituskerran toisen osan lopussa ennen työskentelyyn ryhtymistä. Siinä oppijoille selvitettiin tulevan oppimisprojektin arviointikriteerit, jotka lisättiin verkkoympäristöön seurattavaksi.

Oppimisprojektin arviointikriteerit määriteltiin seuraavasti:

*Tässä kerrotaan projektimme arvioinnista ja sen perusteista Tutkivan oppimisen työn arviointi perustuu, A: koko jakson aikana tehtyyn opiskeluun ja B: lopputyön*

*onnistumiseen.*

*A: Jakson aikana arvioidaan*

- aktiivisuutta keskusteluissa
- aktiivisuutta tiedonhaussa
- tiedon jakamisen ja selittämisen aktiivisuutta ja taitoa
- itsensä työllistämistä
- suullisia ja kirjallisia keskustelutaitoja

*Kuinka paljon oppilas käyttää:*

1. kumuloituvaa eli yhteen kokoavaa tai täydentävää puhetta
2. tutkivaa puhetta eli kriittistä, pohdiskelevaa ja vertailevaa puhetyyliä.

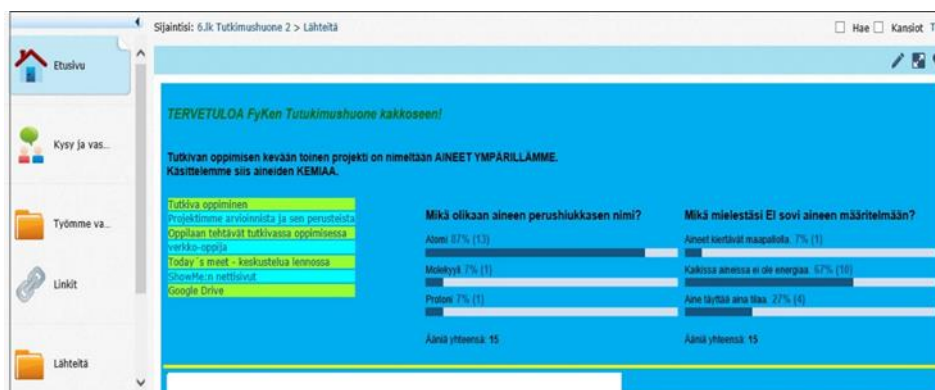
*B: Lopputyön arviointi*

*Tsemppiä projektiin!*

Aloitustapaamisen kolmas osa käsitti varsinaisen oppimisprojektin aloituksen, joka sisälsi kontekstin luomisen ja tutkimus- eli omien kysymysten aivoriihen. Kontekstin luominen oli aloitettu jo tapaamisen keskimmaisessa osassa oppimisaihiodien avulla. Verkkoympäristön etusivulle oli lisätty myös kaksi äänestyskysymystä kontekstin syventämiseksi sekä linkkiluettelo oppimisprojektin sisälle tallennettuihin sekä ulkoisiin resursseihin (kuva 3). Toisen oppimisprojektin etusivulle Fronter-ympäristössä tallennettiin myöhemmin kunkin työskentelykerran ohjeistus siten, että uusin ohje sijoitettiin kuvan 3 osoittaman alueen alapuolelle. Kansiorakenne järjestettiin samalla tavalla kuin ensimmäisen tutkimussyklin oppimisprojektissa tukemaan tutkivan oppimisen etenemisen prosessia. Kansioon nimeltä Työmme vaiheet (kuvassa 2) luotiin työskentelyalikansiot, jotka olivat 1. Missä mennään – kontekstin luominen, 2. Omien kysymysten tekeminen, 3. Ensimmäiset teoriat ja kriittinen arviointi ja 4. Työskentelyteoriat – syventävää tietoa. Samalla tavalla opettaja ja oppilaat tallensivat ja tuottivat projektin aikana näihin kansioihin kunkin vaiheen työskentelyssä tarvittavat aineistot, keskustelut, dokumentit ja alikansiot. Linkit-työkaluun tallennettiin kahdeksan eri lähdesivustoa projektin aikana. Samoin Lähteitä-kansioon lisättiin eri materiaaleja kuten tutkijan lanseeraama verkko-oppijan käsitekartta, joka käsiteltiin oppilaiden kanssa ensimmäisen tutkimussyklin yhteydessä. Lähteitä-kansio sisälsi myös opettajan ja oppilaan tehtävät tutkivassa oppimisessa, projektin arviointikriteerit, ajankohtaisia artikkeleita ja verkkolähteitä.

Toinen oppimisprojekti käsitti seitsemän työskentelykertaa, yhteensä 12 oppituntia. Näiden tuntien lisäksi pidettiin luokassa tutkimusraporttien esittelyoppitunnit, jolloin oppilasryhmät myös haastateltiin. Lisäksi luokka työskenteli luokanopettajan johdolla hieman myös sovittujen yhteisten tuntien ulkopuolella. Toinen oppimisprojekti oli siten pituudeltaan yhtenevä kahteen aikaisempaan verrattuna.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä



Kuva 3. Toisen tutkimusympäristön oppimisympäristön etusivu aloituskerralla.

Ensimmäisen tiedonrakentelun tehtävänanto kontekstin luomisen vaiheessa oli seuraava:

- *Katselimme videon Tytyrin kalkkikivikaivokselta ja teimme yhdessä luonnonvarojen käyttöä koskevaa oppimisaihiota. Mitä havaintoja teit?*
- *Mitä asioita raaka-aineisiin ja niiden hyödyntämiseen et ollut ennen ajattelutkaan?*
- *Käytä keskusteluun tuttuun tyyliin Vastaa-linkkiä. Pysy asiassa, EI saa käyttää merkkejä tms.*

Kontekstivaiheen tiedonrakentelukeskustelu purettiin tutkijan kanssa yhdessä interaktiivisen valkotalun avulla. Kontekstikeskustelun jälkeen siirryttiin oppimisprojektin toiseen vaiheeseen eli tutkimuskysymysten keksimiseen aivoriihessä. Tuotettuja kysymyksiä käsiteltiin oppilaiden kanssa yhdessä seuraavaa työskentelykertaa varten. Keskustelussa mietittiin ja poimittiin tärkeimmät kysymykset, joiden avulla oppilaat saisivat raaka-aineista ja aineiden olemuksesta mahdollisimman paljon tietoa.

Oppimisprojektin toinen ja kolmas työskentelykerta toteutettiin luokanopettajan johdolla, joita varten tutkija oli tallentanut verkkoympäristöön ohjeet työskentelyyn (kuva 4). Työparit ja parille tuleva tutkimuskysymys määriteltiin valmiiksi aloituskerran pohjalta.

#### Torstain 11.4. tehtävät

Hei kaikki! Omia kysymyksiä oli tehty hienosti, yhteensä 68! Työskentelyn nopeuttamiseksi ja ryhdyttämiseksi, kuten viikko sitten havainnoistani kerroin, tein tällä kertaa työparit ja kysymykset valmiiksi. Ne löytyvät kansioista 3.

1. Avatkaa ensin Työryhmät ja tutkimuskysymykset – tiedosto
2. Kirjoittakaa Oma selitys ja kriittinen arviointi – keskusteluun ohjeen mukaisesti.
3. Ryhtykää parityöhön etsimään hyviä tietolähteitä ja kirjoittamaan *muistiinpanoja* tabletteihin. Etsikää ja käyttäkää siis tietolähteitä.

Muistakaa, että copy paste-kopiointi on kiellettyä. Kirjoittakaa omin sanoin, lukekaa, laittakaa vinkkejä muille oppilaille jne. terveisin Seppo

**Kuva 4.** Työskentelyohjeet toisen oppimisprojektin toiseen ja kolmanteen vaiheeseen oppimisympäristössä.

Tunnin sisältönä oli kirjoittaa tiedonrakentelukeskusteluun ensimmäinen oma selitys tutkimuskysymykseen. Selityksen kirjoittamisen jälkeen oppilaat kävivät samassa keskustelussa kriittisen arvioinnin kirjoittamistaan omista selityksistä. Osa oppilasta oli sairaana tällä työskentelykerralla. He kirjoittivat oman selityksensä myöhemmin tähän keskusteluun ja kävivät tiedonrakentelua niistä muiden oppilaiden kanssa kahden viikon sisällä. Kaksoistunnin toinen osa käytettiin tietolähteiden etsimiseen ja muistiinpanojen tekemiseen löydettyistä lähteistä. Kolmannelle työskentelykerralle tultaessa kaikki oppilaat saivat tutkijalta palautteen ensimmäisten omien selitysten tiedonrakentelukeskusteluun. Oppilaita ohjeistettiin lukemaan palaute ja ottamaan se huomioon omassa tiedonrakentelussa. Heitä ohjattiin käymään hetki tiedonrakentelukeskustelua ja jatkamaan sen jälkeen hyvien lähteiden etsimistä ja muistiinpanojen tekemistä.

Neljäs kahden oppitunnin työskentelykerta jakautui kolmeen osaan. Ensimmäisenä tehtävänä tutkimuspäiväkirjan (25.4.2013) mukaan oppilaat etsivät edelleen lähteitä ja kirjoittivat muistiinpanoja. Tarve perustui luokanopettajan kanssa käytyyn keskusteluun työskentelyn edistymisestä sekä tutkijan havainnoista verkkoympäristössä. Toiseksi tutkija antoi tehtäväksi miettiä tarkentavia kysymyksiä sen pohjalta, mitä oppilaat olivat jo löytäneet, jotta omaa tutkimuskysymystä voidaan selittää paremmin. Oppilaat kirjoittivat tarkentavat kysymykset omiin muistiinpanoihinsa tablet-laitteelle. Näiden vaiheiden jälkeen oppilaat alkoivat työstää Fronter-ympäristöön ensimmäistä kertaa omia raporttejaan eli selityksiään tutkimuskysymyksiinsä. Heitä ohjattiin vastaamaan myös edellä tehtyihin syventäviin kysymyksiin ja käyttämään monipuolisesti teknologian mahdollisuuksia kuten ShowMe-sovellusta tai Google Drive -palvelua (kuva 5). Tämän vaiheen työskentely jatkui seuraavan viikon oppitunnilla.

Torstaina 25.4. etsimme ensin lähteitä ja teemme muistiinpanoja, noin 25 minuuttia.

Tämän jälkeen teemme tarkentavia kysymyksiä, jotta voimme selittää paremmin tutkimuskysymystämme.

Kolmantena ryhdymme parantamaan selityksiämme (ja samalla vastaamme edellisen kohdan syventäviin kysymyksiin). Selitykset tehdään Fronteriin kansioon 4, ShowMe-palveluun tai googledriveen. Monipuoliset tekniikat käyttöön selityksissä.

**Kuva 5.** Toisen oppimisprojektin ohjeet neljänteen työskentelykertaan oppimisympäristössä.

Viides ja kuudes työskentelykerta keskittyivät omien selitysten laajentamiseen ja parantamiseen. Viides työskentelykerta pidettiin luokanopettajan johdolla ja tutkija oli kirjoittanut ohjeet (kuva 6) verkkoympäristöön.

### Toisen FyKe-projektin viimeistely

Parannetaan ja rakennetaan selityksiä 4.kansioon.

Tehkää monipuolisia töitä eli käyttäkää tablettia luovasti!

(ShowMe, Googledrive, Simplemind, kuvat ym)

Tavataan 16. toukokuuta haastatteluiden ja töiden esitysten merkeissä. Terv. Seppo

**Kuva 6.** Toisen oppimisprojektin ohjeet viidennelle ja kuudennelle työskentelykerralle.

Oppilaita ohjattiin edelleen luoviin ja monipuolisiin ratkaisuihin omia selityksiä ja raportteja työstettäessä. Esillä olivat esimerkiksi SimpleMind-käsitekartta-työkalu, Google Drive -palvelu videoiden tallennukseen ja ShowMe esitysten tekemiseen. Viimeisellä yhteisellä tapaamiskerralla oppilasryhmät esittivät raporttinsa toisille ryhmille. Viisi ryhmää seitsemästä viimeisteli esityskerran jälkeen tutkimusraporttiaan Fronter-oppimisympäristöön.

## 4.4 Aineiston keruumenetelmät

Aineiston keräämisessä kehittämistutkimuksessa oli eri vaiheita ja tapoja, jotka liittyvät kehittämistutkimuksen toteutukseen. Tarkoituksena oli kerätä aineistoa

prosessin eri vaiheissa kehittämistyön aikana sen iteratiiviseksi tueksi. Aineistoa hyödynnettiin sekä tutkimuksen aikaisessa kehittämistyössä että raportointivaiheessa.

Kehittämistutkimuksen tavoitteena oli pyrkiä käytännönläheisen tiedon tuottamiseen ja ratkaisuihin. Perna (2013) totesi, että kehittämistutkimuksen vahvuutena pidetään mahdollisuutta hyödyntää sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia menetelmiä. Tutkimuksen aineisto kerättiin haastatteluilla, verkkoympäristöön tallentuneesta datasta ja sinne tuotetuista dokumenteista. Aineisto koostuu siten äänitteistä, kirjallisesta aineistosta ja tietokanta-aineistosta. Aineiston keruu selitetään tarkemmin seuraavissa alaluvuissa.

#### **4.4.1 Verkkoaineisto**

Verkkoympäristön asema osana tutkimusaineistoa perustuu tutkivan oppimisen mukaisen oppimisprojektien rakenteiden dokumentoitumiseen, oppilaiden keskustelupalstojen tallentumiseen ja ryhmissä tuotettuihin tutkimusraportteihin. Verkkoympäristön etuna on sinne oppimisprojekteissa tallentuva autenttinen materiaali ja datan luotettavuus toiminnan kuvaajana. Verkkoympäristöstä saadaan sekä laadullista että määrällistä tietokanta-aineistoa tutkimustehtävän selvittämiseen. Ympäristöön suunnitellut oppimisprojektit rakennettiin tutkivan oppimisen kontekstiin ja ovat osa tämän kehittämistutkimuksen tehtävää, joten oppimisprojektin aikana tallentunut aineisto on nähtävä tämän kontekstin kautta.

Kehittämistutkimuksen tehtävälle myös ympäristöön tallennettu ohjausmateriaali on osa tutkimusaineistoa. Taulukossa 4 on esitetty ohjaavan materiaalin sisällöt ja tarkoitus opiskelua ja oppimista ohjaavana aineistona. Ensimmäisessä tutkimussyklissä ohjaavien kuvien määrä sisältää tutkivan oppimisen vaiheiden yksittäiset kuvat. Tutkivan oppimisen prosessia ohjattiin yhteensä 20 erilaisella materiaalilla. Näitä olivat taulukon 4 neljä ensimmäistä riviä eli yksittäiset tunti-kohtaiset työskentelyohjeet, tutkivan oppimisen tekstimateriaali, esimerkkisivut ja ohjaavat kuvat. Loput kymmenen materiaalia liittyivät uuden tiedon etsimiseen ja käsittelyyn. Toisen tutkimussyklin verkkoaineistoon ei tuotu tutkivan oppimisen vaiheiden yksittäisiä kuvia. Siinä tutkivan oppimisen prosessia ohjattiin yhteensä 14 erilaisella materiaalilla. Loput 15 aineistoa liittyivät uuden tiedon etsimiseen ja käsittelyyn.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

**Taulukko 4.** Tutkimussykleiden verkkoympäristöön tallennettu tutkivan oppimisen prosessia ja tiedonhankintaan ohjaava materiaali.

Verkkoympäristön ohjaava materiaali tutkimussykleissä	1. sykli	2. sykli
	f	f
Projektihuoneen etusivulle tehtyjen yksittäisten työskentelyohjeiden määrä	7	5
Tutkivaa oppimista ohjaava tekstimateriaali	4	5
Fronter-sivutyökalulla tehdyt esimerkisivut	1	2
Opiskelua ohjaava kuva	8	2
Linkitetty tietolähde	4	7
Linkitetty opetusvideo	4	1
Linkki oppimisaihioon	2	7
Yhteensä	30	29

Lisäksi on tiedostettava, että verkkoympäristöön tallentuneet vuorovaikutustilanteet ovat vain osa tutkimussykleiden työskentelyn vuorovaikutuksesta ja tiedonrakentamisesta. Mobiili tekniikka ja sen tukemana rakennettu oppimisympäristö antoivat oppilaille mahdollisuuden fyysiseen kanssakäymiseen verkkokirjoittamisen ohella. Tässä mielessä kyseessä on sulautuvan oppimisen tilanne, eikä puhatasti verkkoympäristössä tapahtuva oppimisen projekti.

Verkkoaineistosta kerättiin tutkimuskysymysten valossa oleellinen tallentunut data analysoitavaksi. Tämä sisälsi verkkokeskusteluiden datan keskustelutietokannan, joista voidaan eritellä viestien merkitykset ja analysoida sisällön merkityksien edustavia otoksia. Oppilaiden kehittämissykleiden aikana tuottamat tutkimusraportit otettiin verkkoympäristöstä analysoitaviksi. Huonekäyntien sekä asiakirjojen, keskusteluviestien ja keskusteluiden lukukertojen frekvenssit kuvaavat verkkoympäristön projektien aikaista käyttöä.

Kehittämissykleiden keskustelupalstojen analyysia varten huomioitiin kaikki käydyt verkkokeskustelut, joita oli yhteensä 11 kappaletta. Keskusteluissa käytettiin kahta eri keskustelutyyppiä, anonymiä aivorihipalstaa ja perinteistä säikeytävää keskustelua. Esitutkimussyklissä käytiin kaksi, ensimmäisessä kehittämissyklissä kuusi ja toisessa kehittämissyklissä kolme keskustelua. Lähetettyjen viestien keskiarvo oppilasta kohden oli 28. Verkkokeskusteluista analysoitiin myös verkkoympäristöön tallentunut viestien lukukertojen määrä. Yhdentoista keskustelun lukukertojen summa oli 1488. Keskiarvo verkkoympäristön datan perusteella oppilasta kohti oli 106 lukukertaa.

Oppilasryhmien tutkimusraporteista haluttiin selvittää kehittämisanalyysia varten raporttien laajuutta ja laatutekijöitä, kuten asetettuja tutkimuskysymyksiä

ja oppilaiden käyttämiä mediaelementtejä. Tiedot kerättiin oppilaiden verkkoympäristöön tuottamista raporteista. Oppilasryhmien raportteihin selvittämiä käsitteitä ja kysymyksiä oli tutkimuksen aikana yhteensä 143. Esitutkimuksessa niitä oli keskimäärin noin seitsemän ryhmää kohden. Ensimmäisessä tutkimussyklissä selvitettyjä kysymyksiä oli 10 ryhmää kohden ja toisessa tutkimussyklissä yhdeksän. Esitutkimussyklin raporteissa esiintyi neljä kuvaa ja 12 käsitekarttaa. Ensimmäisen tutkimussyklin raporteissa käytettiin 10 kuvaa ja viisi videota. Toisen tutkimussyklin raporteissa oli yhteensä 13 kuvaa, viisi videota ja yhdeksän käsitekarttaa.

Kaikki tutkimuksessa tehdyt kolme oppimisprojektia tallennettiin paketoimalla ne IMS Content Packaging -standardin mukaiseen zip-muotoon, sekä Fronterin omaan paketointimuotoon. Verkkoaineiston analyysien data otettiin käyttöön autenttisesta ympäristöstä, paketoitien toimiessa varmuuskopioina.

#### 4.4.2 Oppilashaastattelut

##### ***Haastattelun menetelmä***

Stimulated recall -haastattelumenetelmän (str-menetelmä tai -haastattelu, virikkeitä antava menetelmä) pääperiaate on, että tutkittavalle esitetään haastattelun aikana alkuperäiseen tilanteeseen liittyviä virikkeitä, ääni- tai videonauhoja tai esim. tekstejä. Tarkoitus on, että tutkittava voisi palauttaa mieleen alkuperäisen tilanteen ja näin kertoa mahdollisimman tarkasti ajattelustaan ja ratkaisuksistaan (Bloom, 1953; Calderhead, 1981; Toom ja Patrikainen, 2004; Vesterinen, Toom ja Patrikainen, 2010). Menetelmällä on monia etuja. Tutkittavat saavat itse kertoa toiminnastaan ja päätöksistään työskentelyn eri vaiheissa. He saavat kertoa myös spontaanisti muistamiaan asioita. Bloom (1953) raportoi, että opiskelijat muistivat oppitunnit 95 %:n tarkkuudella kahden päivän sisällä tehdyissä haastatteluissa. Str-haastattelussa toimitaan aidossa kontekstissa ja virikkeitä voidaan tarvittaessa katsoa tai kuunnella useamman kerran. Stought (2001) ja Fox-Turnbull (2007) totesivat, että str-menetelmää käytettäessä haastateltavien reflektiiviset taidot kehittyvät ja sillä on mahdollista saada tietoa tutkittavan ajatuksista. Vesterinen ym. (2010) ovat tutkineet str-menetelmän käyttöä kahdeksan vuotiaiden lasten tieto- ja viestintäteknologian projektissa. Heidän mukaansa str-menetelmää voidaan käyttää myös tarkastelemalla lasten tietokoneella tekemiä tuotoksia perinteisen videotarkastelun sijaan. Tutkimuksen haastatteluissa käytettiin virikkeinä kutakin tutkimussykliä varten luotua verkkoympäristön oppimisprojektia.

Str-haastattelu voi muodoltaan olla strukturoitu, puolistrukturoitu tai vapaa haastattelu (Vesterinen ym. 2010). Tämä tutkimus yhdistää str-haastattelun ja teemahaastattelun menetelmät, mikä nykyään on varsin tavallista. Tutkimuksen haastattelut olivat puolistrukturoituja teemahaastatteluja. Tavoitteena oli luoda tilanteeseen Mayerin ja Marlandin (1997) tavoin lähestymistapa, jossa haastateltavat ovat asiantuntijoina. Tutkija keskusteli teemahaastattelun keinoin oppilaiden



kanssa tutkittavasta ilmiöstä ja antoi tilaa spontaanille vastaamiselle ja ymmärryksen yhteiselle syventämiselle. Haastattelu luotiin Korhosen (2004) esittämällä tavalla sosiaaliseksi tilanteeksi, jossa luotiin sosiaalista todellisuutta. Tutkijan tehtävänä oli kuten Mayer ja Marland (1997) esittivät, edistää oppilaiden mieleen palauttamista refleктоimalla, kysymällä ja kuuntelemalla, mutta jättää arvioinnin ja johdattelevat tai tuomitsevat kommentit tekemättä.

### ***Oppilashaastatteluiden teemat***

Tutkimustehtävästä ja -ongelmista johdettiin tutkittavalle ilmiölle kaksi pääteemaa: opiskelu tutkivan oppimisen kontekstissa ja mobiiliteknologian mahdollisuuksien hyödyntäminen (taulukko 5). Tutkivan oppimisen kontekstin pääteema nojasi Hakkaraisen ym. (2005), Lakkalan ja Lallimon (2002) ja Lakkalan (2010) esityksiin tutkivan oppimisen parissa työskentelystä tietokoneavusteissa ympäristössä. Pääteemalle määriteltiin näiden perusteella alateemat. Alateemat jäsentävät tutkivan oppimisen prosessin osatekijöiden esiintymistä haastattelussa. Haastattaville tehdyt kysymykset puolestaan johdettiin alateemoista. Kysymyksiä tehtiin yhteensä 30, joiden avulla tutkija haastatteli oppilaat. Haastattelurunko on tutkimuksen liitteenä 1. Haastatteluilla saatavia aineistonosia käytettiin molempien tutkimuskysymysten selvittämiseen. Vastausten käyttö analyysissa on raportoitu tarkemmin seuraavassa luvussa. Mobiiliteknologian hyödyntämisen pääteema sai vaikutteita Parkin (2011) tutkimuksesta mobiilin teknologian tarjoumista ja Hakkaraisen (2009) tietokäytänteitä käsitelleestä artikkelista. Aineistolähtöisesti tutkimustehtävää noudattaen haastatteluissa keskusteltiin sovellusten, mediaelementtien käytöstä ja oppilaiden kokemuksista laitteen eduista.

Valinnoilla pyrittiin teoriaohjaavasti kattavaan pää- ja alateemojen määrittelyyn. Aineistosta nousevia oppilaiden kokemia teemoja otettiin mukaan mobiiliteknologian hyödyntämisen pääteemaan. Haastattelun menetelmän ja analyysin avulla pyrittiin riittävän kattavan aineiston hankkimiseen kehittämistehtävän ja tutkimuskysymyksiin vastaamisen onnistumiseksi. Aineisto järjestyi analyysissä teemojen alle, joten voidaan olettaa, että pääluokat kattavat haastatteluaineiston.

**Taulukko 5.** Pää- ja alateemat oppilasryhmien haastatteluissa.

<b>Opiskelu tutkivan oppimisen kontekstissa</b>
Kysymysten tekeminen
Lähteiden käyttäminen
Tiedonrakentelu
Yhteisöllinen ongelmanratkaisu
Jaettu asiantuntemus
Argumentoinnin käyttäminen
Aktiivisuus työskentelyssä
<b>Mobiiliteknologian mahdollisuuksien hyödyntäminen</b>
Opiskelun välineenä
Mediaelementtien käyttäminen raporteissa
Taulutietokoneen sovelluskäyttö
Taulutietokoneen edut

Haastatteluäänitteiden litteroinnissa käytettiin peruslitterointia. Haastattelut litteroitiin sanataarkasti puhekieleltä noudattaen, joitakin täytesanoja ja tunteiden ilmaisuja kuitenkin myös kirjoitettiin mukaan, joten haastatteluaineiston litteraatit ovat lähellä eksaktia litterointitapaa. Kontekstiin kuulumatonta puhetta ei haastattelutilanteissa esiintynyt, joten kaikki keskustelut ovat sanataarkasti litteroituja. Peruslitterointia käytetään kvalitatiivisen aineiston asiasisältöjen analyysissä, mikä on tämän tutkimuksen analyysille oleellista. Tutkija litteroi itse kaikki tekemänsä haastattelut. Näin tutkija tunsi tutkimusaineistonsa tarkasti.

### ***Oppilashaastatteluiden toteutus***

Oppilasryhmien haastattelut toteutettiin kolmessa vaiheessa. Esitutkimuksessa haastateltiin yksi oppilasryhmä, jossa oli kolme jäsentä. Haastattelu rajattiin esitutkimuksessa yhteen ryhmään, koska siitä saatiin kehittämistyöhön riittävästi informaatiota tutkimuksen alkuvaiheessa. Pääpaino oli kahdessa varsinaisessa kehittämisyksikössä. Tutkija sai kokemusta teemahaastattelun pitämisestä ja kokeili teemakysymysrungon toimivuutta sekä pystyi testaamaan äänitystekniikan soveltuvuutta. Ryhmähaastattelulla oppimisympäristön käyttäjien näkemyksiä saatiin mukaan kehittämiseen. Kehittämistutkimuksen ajatuksen mukaisesti teoriasta nousevia asioita käytettiin pilottiprojektin rakentamisessa ja analysoinnissa.

Tutkija huomioi, että lapset ovat erilaisia haastateltavia kuin aikuiset. Haastattelut aloitettiin aina helpolla lämmittelykysymyksellä, jotta ajatukset saatiin itse asiaan. Haastatteluiden vuorovaikutustilanteissa haastattelun kieli pyrittiin pitämään kuudesluokkalaisten oppilaiden ikään sopivana ja haastattelutilanteet rauhallisina. Liian käsitteellistä kieltä vältettiin ja pyrittiin käyttämään työskentelyn

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

aikaista tuttua kieltä, jotta oppilaat tietäisivät mahdollisimman tarkasti mistä puhutaan. Tällä pyrittiin myös siihen, että oppilaat käyttäisivät aitoa kieltä ja kertoisivat työskentelystään omista kokemuksista käsin. Chi (1997) totesi, että tutkijan tulkinta voi olla haavoittuvainen, jos hän on sekä datan kerääjä (observoinnit tai haastattelut) että analyysoija. Kehittämistutkimuksessa kuitenkin osallistujien ja tutkijan yhteys on tärkeää, jotta tiedetään mihin kehittämiskohtaan milloinkin dataa kerätään ja osallistujien näkemykset saadaan aidosti tutkijan analysoitavaksi kehittämistyön tavoitteiden suunnassa.

Kaikki oppilasryhmät haastateltiin ensimmäisen ja toisen kehittämissyklin lopuksi. Ensimmäisen kehittämissyklin lopuksi haastateltiin oppimisprojektin viisi oppilasryhmää. Haastattelut tehtiin samana päivänä projektin viimeisen oppituntin jälkeen. Haastattelut käytiin erillisessä sitä varten varatussa tilassa ja oppilaille oli mukanaan tablet-laitteet str-haastattelun ajatuksen mukaisesti. Ensimmäisen kehittämissyklin haastatteluiden tiedot esitetään taulukossa 6. Litteroituna tekstiä kertyi 19 sivua. Haastattelut olivat laajuudeltaan samankaltaisia, pois lukien yhden ryhmän haastattelu, jossa haastateltavat olivat ilmaisussaan niukempia muihin ryhmiin verrattuna. Yksi oppilas oli poissa haastattelupäivänä.

**Taulukko 6.** Ensimmäisen kehittämissyklin haastatteluaineiston yhteenveto.

Ensimmäisen haastattelun yhteenveto				
	oppilaat	kesto	Sanoja	sivuja
ryhmä 1	3	18:21	1415	4
ryhmä 2	3	12:00	1127	4
ryhmä 3	2	16:33	1153	4
ryhmä 4	3	11:15	812	3
ryhmä 5	3	14:09	1415	3
Yhteensä	14	1:12:18	5922	19

Toisen tutkimussyklin oppimisprojektin päätteeksi tutkija haastatteli kaikki tämän projektin seitsemän oppilasryhmää. Haastattelurungon pääteemat pysyivät samoina kuin pilottiprojektissa ja ensimmäisen varsinaisessa tutkimussyklissä. Tutkija lisäsi uusia kysymyksiä ja poisti käsittelemättömiä kysymyksiä haastattelurunkoon ensimmäisen tutkimussyklin haastatteluiden analyysin perusteella (liite 2). Lisätyt kysymykset koskivat eroja ensimmäisen ja toisen oppimisprojektin välillä, työskentelyä ja tablet-laitteen käyttöä. Teemahaastattelun käytäntöjä noudattaen annettiin tässäkin haastattelukierroksessa oppilaiden itse kertoa laajasti työskentelystään ja ratkaisuksistaan työskentelyn vaiheissa. Toisen syklin haastattelussa yhdessä kysymyksessä näytettiin ensin oppilaille oppituntivideosta minuutin kestävä videoleike, joka oli katkelma kysymysten asettamisen vaiheesta.

Toisen kehittämissyklin haastatteluäänityksiä kertyi yli tunti enemmän ensimmäiseen haastatteluun verrattuna. Taulukossa 7 esitetään toisen kehittämissyklin oppilashaastatteluiden tiedot. Haastatteluiden kesto vaihteli jonkin verran, mutta ne olivat keskimääräisesti yli kuusi minuuttia pidempiä kuin ensimmäisen tutkussyklin jälkeen.

**Taulukko 7.** Toisen kehittämissyklin haastatteluaineiston yhteenveto.

Toisen kehittämissyklin haastattelun yhteenveto				
	oppilaat	kesto	Sanoja	sivuja
ryhmä 1	2	29:24	2267	5
ryhmä 2	2	18:42	994	3
ryhmä 3	2	19:05	1448	4
ryhmä 4	2	23:37	1933	4
ryhmä 5	2	20:44	1376	3
ryhmä 6	3	22:39	2190	6
ryhmä 7	2	12:44	609	3
Yhteensä	15	2:26:55	10817	27

Haastattelut äänitettiin tutkijan tablet-laitteella ja muunnettiin tietokoneympäristöön sopivaksi äänitiedostoiksi litterointia varten. Oppilaita rohkaistiin myös vapaasti kertomaan haastattelujen aikana kokemuksiaan tablet-laitteiden käytöstä. Haastattelut toteutettiin samana päivänä kunkin kehittämissyklin viimeisen työskentelytunnin jälkeen, jotta oppilaat muistaisivat tuoreeltaan mahdollisimman tarkasti oppimisprojektin asioita. Näillä ratkaisuilla pyrittiin lisäämään haastatteluista saadun aineiston luotettavuutta.

#### 4.4.3 Opettajahaastattelut

Opettajahaastatteluiden lähtökohtana oli saada tietoa opettajanäkökulmasta tutkivan oppimisen käytännön kokemuksista ja verkkoympäristön käytöstä. Opettajan varsinaiset teemahaastattelut toteutettiin kehittämissykliden jälkeen. Ensimmäinen opettajahaastattelu sisälsi kolme pääteemaa (taulukko 8). Ensinnäkin opettajaa haastateltiin tutkivan oppimisen soveltamiseen ja sen kehittämiseen liittyvistä alateemoista ensimmäiseen oppimisprojektiin liittyen. Toisena pääteemana olivat oppilaiden ohjaamiseen liittyvien alateemojen kysymykset. Lopuksi opettajaa haastateltiin verkkoympäristön käyttöön ja kehittämiseen liittyvien alateemojen avulla. Liitteessä 3 on kysymysrunko opettajan ensimmäiseen haastatteluun.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

Hakkarainen ym. (2005) totesivat, että tutkivan oppiminen on alun perin kehitetty verkkoympäristöjen mielekkään käytön tueksi. Se liittyy enemmän yhteisöllisen oppimisen pedagogiikkaan kuin verkkoympäristöjen teknologiaan. Tämä toi opettajahaastatteluun ensimmäisen pääteeman, jossa kyse on tutkivan oppimisen soveltamisen kehittämisestä. Mobiilin laitteen rooli oli tärkeä tutkimustehtävän vuoksi. Lakkalan ym. (2007) tutkimus tutkivan oppimisen kontekstissa selvitti haasteita verkkoympäristössä työskentelyssä. Tutkimuksen tuloksissa oli havaintoja pedagogisen mallin toteuttamisen onnistuneista piirteistä ja toisaalta oppilaiden ohjaamisen haasteista. Pääteeman syntymiseen vaikuttivat myös Mannisen (2003) ja Matikaisen (2003) esittämät perusperiaatteet verkko-ohjaamisesta. Ohjaus on sidoksissa toimintakontekstiin ja myös vuorovaikutukseen osallistujat luovat kontekstia. Puhestrategian alateema valikoitui mukaan Hartikaisen (2007) tutkimuksen tulosten ja Littletonin ym. (2005) esityksen perustella. Tutkimuksen kehittämisenäkökulmasta tutkivan oppimisen kysymysten asettamisen vaiheen, oppilasryhmien dynamiikkaan ja resursseihin liittyvät alateemat tulivat mukaan aineistolähtöisesti. Näiden avulla selvitettiin kehittämistarpeita ohjaamisen näkökulmasta. Verkkoympäristön kehitystyön pääteema valikoitui Lakkalan (2010) esityksiin verkkoympäristön tuesta tutkivalle oppimiselle. Näillä valinnoilla pyrittiin kattavaan pää- ja alateemojen määrittelyyn, niin teoriaohjaavasti kuin aineistosta käsin nousevana, jotta haastatteluissa ja analyysissä saataisiin riittävän kattava aineisto kehittämistehtävän ja tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi. Aineisto järjestyi analyysissä teemojen alle, joten voitiin olettaa, että pääluokkien kattavan haastatteluaineiston. (liite 3)

**Taulukko 8.** Haastattelukysymysten pää- ja alateemat ensimmäisessä opettajahaastattelussa.

<b>Tutkivan oppimisen soveltamisen kehittäminen</b>
Tutkivan oppimisen näkökulma
Mobiilin laitteen näkökulma
<b>Oppilaiden ohjaaminen</b>
Oppilasryhmien dynamiikka
Käytettävissä olevat resurssit
Puhestrategioiden käytön ohjaaminen
<b>Verkkoympäristön kehitystyö</b>
Verkkoympäristön tuki
Tutkiva oppiminen verkkoympäristössä

Toisen kehittämissyklin opettajahaastattelun lisättiin aineistolähtöisesti yksi pääteema eli kehittämistehtävän mukaiset kohdat. Teemat liittyivät mobiilin laitteen

käytön kehittäminen oppimisen tukena ja toisaalta laitteen käytön kehittäminen tutkivan oppimisen tukena (taulukko 9). Muut pääteemat pysyivät samoina ensimmäisen haastattelun pääteemojen kanssa. Teemoja sen sijaan lisättiin ensimmäistä tutkimuspyklistä nousseiden kehittämistehtävien vuoksi (ks. liite 4).

**Taulukko 9.** Pää- ja alateemat toisessa opettajahaastattelussa.

<b>Tutkivan oppimisen soveltamisen kehittäminen</b>
Mobiiliin laitteen käyttöön liittyvä kehittäminen
Mobiililaitteen käyttö tutkivan oppimisen tukena
Tutkivan oppimisen kysymisen osa-alueen kehittäminen
<b>Oppilaiden ohjaaminen</b>
Oppilasryhmien dynamiikka
Muutokset kehittämissykliä välillä
Verkkoympäristön tuki
Puhestrategioiden käytön ohjaaminen
<b>Verkkoympäristön kehitystyö</b>
Verkkoympäristön tuki
Tutkiva oppiminen verkkoympäristössä
<b>Kokemukset</b>
Jatkokehittämiskohteet oppimisprojekteissa
Oppimisprojektien kokonaiskokemukset

Haastattelut äänitettiin ja litteroitiin, kuten oppilasryhmien haastattelut. Ensimmäisen kehittämissyklin opettajan tutkimushaastattelu oli pituudeltaan 13:13 minuuttia sisältäen kolme sivua tekstiä ja 1257 sanaa. Toisen kehittämissyklin tutkimushaastattelun pituus oli 42:16 minuuttia. Sen pituus on kahdeksan sivua ja 3686 sanaa.

Tutkija kävi opettajan kanssa kehittämissykliä aikana jatkuvaa keskustelua oppituntien aikana kunkin tunnin annista. Näiden keskusteluiden tarkoituksena oli fokusoida kulloinkin käsillä ollutta tutkivan oppimisen vaihetta ja vaihtaa arvioita oppituntien toteutuksesta. Näitä informaalisia keskusteluja ei voitu tallentaa, koska ne sijoituivat oppitunneille ja oppitunnin jälkeiselle lyhyelle siirtymälle koulupäivän nopean rytmin vuoksi. Keskustelut tukivat kehittämistyötä, opettajan ohjaamista ja tutkimuksen struktuuria. Keskusteluilla olivat siten tärkeä osa/rooli kehittämistutkimuksen etenemisessä.

## 4.5 Aineiston analyysimenetelmät

Tutkimuksessa käytettiin sekä laadullista että määrällistä analyysiä. Laadullisia analyysimenetelmiä käytetään yleisesti luonnollisessa miljöössä toteutetussa tutkimuksessa, kuten koulun luokahuoneympäristöissä (ks. Chi, 1997). Laadullisen analyysin perustana oli temaattinen analyysi, jonka avulla voitiin toteuttaa sekä teoriaohjaavaa että aineistosta nousevaa analyysiä eli aineiston järjestämistä käsitteellisiin osiin ja sen uudelleen koostamista. Teoriaohjaavassa analyysissä mielekkään ja tutkivan oppimisen teoriat toimivat apuna analyysin ohjaamisen suunnamisessa.

Temaattinen analyysi oli oleellinen osa tutkimuksen teemahaastattelumenetelmää, jolloin tutkimusmenetelmä ja analyysi ovat tutkimuksellisesti loogisessa yhteydessä toisiinsa. Käytetty puolistrukturoitu haastattelumenetelmä tuki tätä yhteyttä. Braun ja Clarke (2006) esittivät, että temaattisen analyysin avulla voidaan tunnistaa, analysoida raportoida malleja ja teemoja aineistosta. Heidän mukaansa temaattisen analyysin etu on mm. se, että sen avulla voidaan käytännöllisesti tehdä yhteenvetoja isonkin aineiston tärkeimmistä ominaisuuksista ja löytää yhtäläisyyksiä ja eroja koko aineistosta. Analyysissa teema sisältää jotain tutkimustehtävälle olennaista. Temaattinen analyysi tarjoaa joustavan ratkaisun analysoida laadullista aineistoa ja sen avulla voidaan tehdä käytännönläheisiä ratkaisuja tutkimuksen eri vaiheissa. Temaattista analyysiä käytettiin lähinnä haastatteluiden analyysiin.

Chin (1997) esittämien verbaalin datan analysoinnin periaatteiden mukaisesti analysointia aloitettaessa oli päätettävä, mihin osaan aineistoa analyysi kohdistetaan. Ratkaisu oli, että analyysi tulisi kohdistumaan kaikkiin kehittämissykkien haastatteluihin. Chi jatkaa, että analyysiyksikköjen on oltava sellaisia, että niiden avulla tutkija voi vastata tutkimuskysymyksiinsä. Esimerkiksi kokonainen päättelyketju voi olla analyysin yksikkö, jos tutkitaan päättelyä. Chin mukaan analyysiyksikkö voi vaihdella samassa aineistossa, kun ne tuottavat saman lopputuloksen. Tämä myös parantaa luotettavuutta. Esimerkiksi liian ahdas analyysiyksikkö voi kadottaa asiayhteytensä ja olla siten puutteellinen tutkimustehtävälle. Laajemmat analyysiyksiköt näyttivät tukevan paremmin merkityksiä koskevaa päättelyä koodauksessa. Chi esitti seitsemän esimerkkilaajuutta analyysiyksiköille. Ne voivat vaihdella yhden väitteen tai ehdotuksen pituudesta aina kokonaisen tekstijakson laajuuteen. Myös verkkoaineiston kirjallisten verkkokeskusteluiden analyysiin käytettiin laadullista analyysiä Chin kuvaamalla tavalla.

Aineistolähtöisessä analyysissä analyysiyksiköt nousivat tutkimusaineistosta. Tutkimuksessa käytettiin sekä sisällönanalyysiä että sisällön erittelyä Tuomen ja Sarajärven (2009) esittämällä tavalla. Sisällönanalyysi on analyysia, jossa kuvataan dokumenttien sisältöä sanallisesti. Sisällön erittelyn avulla puolestaan kuvataan kvantitatiivisesti tekstien sisältöä. Toinen tutkija suoritti haastatteluaineiston

analyysin tarkistuksen. Tutkimuksen kvalitatiivisen aineiston analyysin pohjalta ei voida esittää yleistettäviä tuloksia.

#### 4.5.1 Aineiston hyödyntäminen kehittämistehtäviin ja tutkimuskysymyksiin vastaamisessa

Tutkimukselle määriteltiin kehittämistehtävä (ks. luku 5.2.4). Tutkimussyökljen aikana tarkentui *neljä kehittämisaluetta*. Ne olivat 1) verkkoympäristön ja mobiiliin laitteen teknisen käytön kehittäminen, 2) tutkivan oppimisen tuki verkkoympäristössä, 3) pedagogisen ohjaamisen kehittäminen lähiopetuksessa ja 4) tutkivan oppimisen kysymysten asettamisen vaiheen ja tarkentavien kysymysten tekemisen kehittäminen. Neljäs kehittämialue päätettiin ensimmäisen kehittämissyökljin analyysin tulosten perusteella. *Kehittämialueet jakautuivat alueittain kehittämiskoh-teisiin*, jotka määriteltiin ja analysoitiin verkkoaineiston, oppilashaastatteluiden ja opettajahaastatteluiden aineistojen perusteella. Kehittämialueissa käytettiin kaik-kia aineiston osia.

Seuraavissa taulukoissa esitetään kootusti tutkimustehtävästä johdetut tutki-muskysymykset ja niihin vastaamiseksi eritellyt ilmiöt ja aineistot. Taulukossa 10 esitetään ensimmäiseen tutkimuskysymyksen tutkittavat ilmiöt ja millä aineiston osilla kysymykseen vastataan. Kysymykseen vastaamiseksi se jaettiin kahteen il-miöön, jotka olivat oppimisen piirteet ja luonnontieteiden opiskelun tietokäytän-nöt. Vastaamiseen käytettiin oppilashaastatteluiden aineiston eri osia. Analyysi-menetelmät kuvataan aineistokohtaisesti.

**Taulukko 10.** Ensimmäisen tutkimuskysymyksen tutkittavat ilmiöt ja tutkimusaineisto.

Tutkimuskysymys	Ilmiöt	Aineisto
Millaisia oppimisen piirteitä esiintyy oppilaiden kokemana opiskeltaessa luonnontieteitä mobiiliin teknologian tuke-massa tutkivan oppimisen mukaisesti järjestetyssä oppi-misympäristössä?	Oppimisen piirteet: aktiivinen osallistuminen, ta-voitteellisesti oppiminen, konkreettisten aineistojen käyttö, löydetyn tiedon tar-kastelu, oman toiminnan sää-tely, opitun selittäminen uu-dessa tilanteessa, ryhmässä toimiminen	Oppilashaastatteluiden tutki-vaa oppimista, työskentelyä ja kokemuksia koskevat kohdat  Oppilashaastatteluiden tekno-logiaa, sen tukea ja etuja kos-kevat kohdat  Oppilashaastatteluiden kehittä-mistä koskevat kohdat
	Luonnontiedon opiskelun tie-tokäytännöt: tutkimuskysy-mysten tekeminen, koease-telman käyttäminen, kirjoitta-minen, lähteiden käyttämi-nen, tiedonjakaminen, yhteis-työ	Oppilashaastattelun tutkivaa oppimista, työskentelyä ja ko-kemuksia koskevat kohdat  Oppilashaastatteluiden tekno-logiaa, sen tukea ja etuja kos-kevat kohdat



## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

Taulukossa 11 esitetään toisen tutkimuskysymyksen tutkittavat ilmiöt sekä vastaamiseen käytettävä aineisto. Kysymykseen vastaamiseksi se jaettiin kolmeen ilmiöön, jotka olivat tutkivan oppimisen soveltamisen kehittämiskohdat, oppilaiden ohjaaminen ja verkkoympäristön kehittäminen. Aineisto koostuu opettaja- ja oppilashaastatteluiden eri osista sekä verkkoaineiston osista.

**Taulukko 11.** Toisen tutkimuskysymyksen tutkittavat ilmiöt ja tutkimusaineisto.

Tutkimuskysymys	Ilmiöt	Aineisto
Millainen pedagogiikka edistää luonnontieteellisten työtapojen oppimista mobiilin teknologian tukemassa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä?	Tutkivan oppimisen soveltamisen kehittämiskohdat: konteksti, tutkimuskysymykset, tiedonrakentaminen	<p>Opettajahaastatteluiden mobiilin tutkivan oppimisen ympäristön tuomaa tukea ja haasteita koskevat kohdat</p> <p>Opettajahaastatteluiden tutkivan oppimisen kehittämistä koskevat kohdat</p> <p>Oppilashaastatteluiden teknologiaa, sen tukea ja etuja koskevat kohdat</p> <p>Verkkoaineiston verkkokeskustelut</p> <p>Verkkoaineiston oppilaiden tuottamat tutkimusraportit</p>
	Oppilaiden ohjaaminen: verkko-ohjaaminen, lähiohjaaminen	<p>Opettajahaastatteluiden kehittämistä koskevat kohdat</p> <p>Opettajahaastatteluiden mobiilin tutkivan oppimisen ympäristön tuomaa tukea ja haasteita koskevat kohdat</p> <p>Oppilashaastatteluiden aineistosta nousevat haasteet työskentelyssä</p> <p>Verkkoaineiston verkkokeskustelut</p>
	Verkkoympäristön kehittämisen: verkkoympäristön tutkivaa oppimista tukeva rakenne, teknologian rooli ja piirteet työskentelyssä	<p>Opettajahaastatteluiden kehittämistä koskevat kohdat</p> <p>Opettajahaastatteluiden mobiilin tutkivan oppimisen ympäristön tuomaa tukea ja haasteita koskevat kohdat</p> <p>Verkkoympäristön käyttö</p> <p>Oppimisympäristön rakenne</p> <p>Oppilashaastatteluiden teknologiaa, sen tukea ja etuja koskevat kohdat</p> <p>Oppilashaastatteluiden kehittämistä koskevat kohdat</p>

#### 4.5.2 Verkkoaineiston analyysi

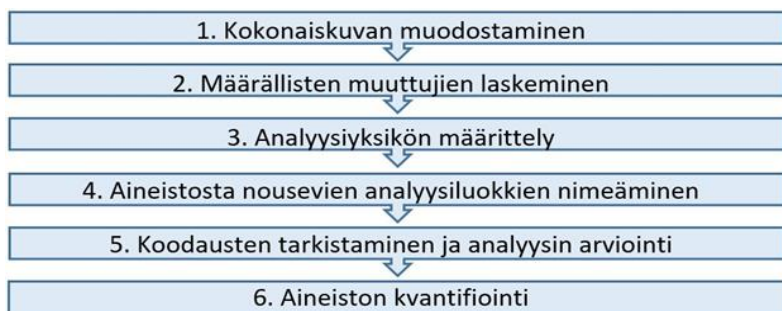
Verkkoaineisto analysoitiin sisällön erittelyn ja sisällönanalyysin menetelmin. Verkkoaineiston analyysi jakautui tämän perusteella sekä laadulliseen että määrälliseen analyysiin. Siitä analysoitiin verkkoympäristön tilastoinformaatio, oppilasryhmien tuottamat tutkimusraportit ja verkkokeskustelut.

Verkkoympäristön käyttöä analysoitiin laskemalla ympäristön tilastoinformaatiosta kirjautumisfrekvenssejä ja keskiarvoja.

Oppilasryhmien tutkimusraportteja tarkasteltiin niiden monipuolisuuden näkökulmasta. Raporteista analysoitiin määrällisin menetelmin niissä käytetyt sanat, kysymykset, käsitteet sekä käytetyt mediaelementit.

Verkkoaineistossa analyysin kohteena olivat myös verkkoympäristön tutkimuskysymysten, kriittisen arvioinnin tiedonrakentelukeskustelut ja tukipalstojen käyttö. Verkkokeskusteluiden analyysiprosessi on kuvattu kuviossa 5. Aineistosta analysoitiin ensin määrällisesti lähetetyt viestit ja vastaukset, joista laskettiin keskiarvoja ja jakaumia.

Vaiheessa 3 laadullisen sisällönanalyysin analyysiyksiköksi määriteltiin yksi lause. Tämän jälkeen voitiin aineistosta nousevan laadullisen analyysin perusteella määritellä viestien merkityssisällöt analyysiluokiksi. Koodaus tarkistettiin vertaamalla koodattuja analyysiluokkia aineistoon. Tarkistus tehtiin kaksi kertaa, jonka jälkeen aineistoa voitiin kvantifioida. Verkkokeskusteluista tarkasteltiin viestien sisältöjä kulloisenkin tehtävöhykeen kontekstissa. Keskusteluviestien merkityssisältöjen koodausperusteina olivat toimintapyyntö, ohje, toteamus, selitys ja kysymys. Koodaussäännöt määriteltiin seuraavasti. *Toimintapyyntö* käsitti viestin, jossa vastaaja pyysi edistämään alkuperäisen viestin lähettäjän työtä tietyn ehdottamansa toiminnan avulla. *Ohjeviesti* oli suora ja nopeasti toteutettava neuvo. *Toteava viesti* kertoi vastaajan samansuuntaisen näkemyksen tai kannustuksen alkuperäiseen asiaan. *Selitysviesti* avasi alkuperäisen viestin opillista asiaa ja kertoo siitä jotain lisää. *Kysymysviesteissä* oli lisäkysymys alkuperäisen viestin sisältöön liittyen tai kysymyksen avulla voitiin ohjata oppilasta uuden näkökulman tarkasteluun. Kysymyssanojen käytön analyysi tehtiin suoraan sanojen perusteella.



Kuvio 5. Verkkokeskusteluiden analyysiprosessi.

### 4.5.3 Oppilashaastatteluiden analyysi

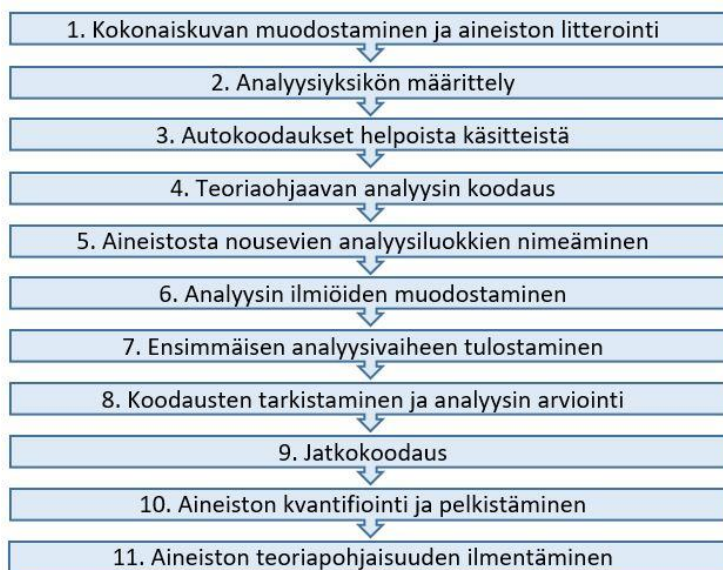
*Analyysin eteneminen* esitetään kuviossa 6. Prosessia käytettiin sekä esitutkimuksen että varsinaisten tutkimus syklien haastatteluiden analysoinnissa. Litteroidut haastattelut tallennettiin kvalitatiivisen tutkimusaineiston analyysiohjelmaan Atlas.ti, josta käytettiin versiota 7 (vaihe 1). Tämän jälkeen päätettiin analyysiyksikkö (vaihe 2). Pääsääntö oli, että jokainen yksikkö oli voitava analysoida itsenäisesti noudattaen teoriaohjaavaa analyysiä. Analyysiyksikköinä käytettiin yhtä lausetta, kokonaista kappaletta tai ajatusten vaihdon muodostamaa kokonaisuutta. Tällä ratkaisulla tähdättiin siihen, että aineistosta nousisi tutkimuskysymysten selvittämiseksi tarvittavia ilmaisuja ja niiden yhteyksiä. Analyysiluokkien tehtävänä oli jäsentää aineisto ja toimia tekstien kuvailun välineenä. Luokkien tekeminen analyysiohjelmassa aloitettiin oppilaiden nimistä ja muista erisnimistä (vaihe 3). Tämä toteutettiin analyysiohjelman autokoodaus-toiminnoilla, joka etsi samat sanat koko aineistosta.

Aineiston temaattinen analyysi aloitettiin teoriaohjaavasti (vaihe 4). Analyysissä etsittiin ensin tutkimuksen teoriataustan mukaisia ja niitä ilmentäviä ilmaisuja. Analyysissä käytettiin abduktiivista päättelyä Tuomen ja Sarajärven (2009) sekä Timmermansin ja Tavornin (2012) esittämällä tavalla. Analyysirunkona käytettiin mielekkään ja tutkivan oppimisen ominaisuuksia, koska ne määrittävät niitä ilmiöitä, jotka voivat vastata tutkimuksen ensimmäiseen ongelmaan. Aineistosta nousseita yksittäisiä havaintoja koottiin seuraavaksi Tuomen ja Sarajärven (2013) esittämän analyysirungon ulkopuolelle jäävien asioiden periaatteen mukaisesti yleisiksi analyysiluokiksi (vaihe 5). Tässä vaiheessa ei ollut kyse teoriaohjaavasta päättelystä, vaan puhtaasti aineistosta esille nousseista havainnoista ja elementeistä sisällönanalyysin keinoin. Analyysiosan perusteena oli se, että osaa voitiin käyttää tutkimuksen toiseen ongelmaan vastaamisessa ja kehittämistehtävän toteuttamisessa. Vaiheessa 6 muodostettiin analyysin pohjalta nousseet ilmiöt teoriaohjaavasti ja aineistosta nousseille merkityksille.

Ensimmäisen koodauksen jälkeen haastattelut tulostettiin paperille (vaihe 7). Vaiheessa 8 tutkija luki haastattelut läpi useaan kertaan. Hän tarkasti koodauksen ja teki analyysiluokkiin poistoja ja lisäyksiä. Muutokset siirrettiin vaiheessa 9 analyysiohjelmaan (Atlas.ti). Jatkokoodauksen vaiheessa haastatteluita koodattiin yhteensä neljä kertaa. Huomioitavaa esitutkimuksen haastattelun analyysiin verrattuna on analyysiluokkien lisääntyminen tässä vaiheessa kehittämisprosessia.

Aineiston kvantifioinnissa (vaihe 10) laskettiin analyysiluokkien lukumääriä, keskiarvoja ja suhteellista esiintymistä. Tällä pyrittiin systematisoimaan analyysia tutkimustehtävän suunnassa. Näin saadaan aineistoa havainnollistavia ja kuvaavia taulukoita. Aineistoa pelkistettiin ja teemoitettiin tiivistämällä ja karsimalla analyysiluokkia ja ilmiöitä. Työtä tehtiin niin kauan, että aineisto saturoitui eli uutta muutettavaa ei enää ilmennyt. Näin saatiin käsitteellistettyä esiin aineistossa esiintyvät oleelliset teemat.

Merkityksiä havainnollistetaan suorilla lainauksilla.



Kuvio 6. Oppilasryhmähaastatteluiden analyysiprosessi.

Oppilashaastatteluista analysoitiin kolmea ilmiötä, joista tehtiin omat analyysit. Ne olivat 1) oppimisen piirteet, 2) tutkivan oppimisen taitojen ilmeneminen ja 3) mobiilin teknologian tuomat edut tutkivan oppimisen työskentelyyn.

*Oppimisen piirteitä* ilmentävien mainintojen analyysissä lopullisesti käytetyt luokat ja niiden koodausperusteet esitetään taulukossa 12. Määritelmät perustuvat teoriaohjaavasti mielekkään oppimisen piirteisiin, jossa käytettiin Jonassenin (2008) ja Nevgin ja Tirrin (2003) esittämiä määritelmiä. Koodaus tehtiin, kun yksi tai useampi ehto määritelmästä haastattelun ilmaisuissa täyttyi.

**Taulukko 12.** Oppimisen piirteiden koodausmääritelmät oppilaiden haastatteluaineistossa.

Analyysiluokka	Määritelmä
Aktiivinen osallistuminen	Omatoiminen ja ryhmässä työskentely. Oppilas toimii aktiivisesti tiedon hankkimiseksi ja käsittelee sitä lähityöskentelyssä tai verkkoympäristössä.
Tavoitteellisesti toimiminen	Oppilas työskentelee päämäärätietoisesti ja tarkoituksellisesti vastatakseen tutkimuskysymykseensä.
Löydetyt tiedon tarkastelu	Oppilas vertaa eri lähteistä löytämäänsä tietoa toisiinsa. Hän arvioi löytyneen tiedon merkityksiä työnsä ja oppimisensa näkökulmasta.
Konkreettisten aineistojen käyttö	Oppilas tai oppilasryhmä tekee koejärjestelyitä. Oppilas käyttää videoita asian tutkimisessa tai esittämisessä. Oppilas hyödyntää internetlinkkejä tai virikemateriaaleja.
Oman toiminnan säätely	Oppilas suunnittelee, miten toimii tavoitteen suuntaisesti yksin ja ryhmänsä kanssa. Hän arvioi oppimaansa.
Opitun selittäminen uudessa tilanteessa	Oppilas osaa kertoa muille löytämästään tiedosta jäsentelynsä perusteella. Oppilas on ratkaissut asettamansa ongelmat.
Ryhmässä toimiminen	Oppilas osallistuu ryhmän ja luokan keskusteluihin. Hän jakaa ajatuksiaan ja saa palautetta osana ryhmää ja on sitoutunut yhteisen tehtävän ratkaisemiseen.

Haastatteluaineistosta nousi aineistolähtöisesti esiin ilmiö, joka nimettiin tutkivan oppimisen taidoiksi. *Tutkivan oppimisen taitojen esiintymisen analyysissä* käytetyt lopulliset luokat ja niiden koodausperusteet esitetään taulukossa 13. Määritelmät perustuvat teoriaohjaavasti Scardamalian (2002), Scardamalian ja Bereiterin (2010), Hakkaraisen ym. (2004) ja Binkleyn ym. (2012) esityksiin tiedonrakentamisesta, tutkivan oppimisen teorian mukaisesta työskentelystä ja tulevaisuuden taidoista. Taitojen luokittelun määrittelystä voidaan havaita, että niihin sisältyy useimmiten useampia asioita. Koodaus tehtiin, kun yksi tai useampi ehto haastattelun ilmaisuissa täyttyi.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

**Taulukko 13.** Tutkivan oppimisen taitojen koodausmääritelmät oppilaiden haastatteluaineistoissa.

Analyyksiluokka	Määritelmä
Argumentointi	Oppilas perustelee löytämänsä tietoa havaintoaineistoon nojautuen. Hän käyttää avointa kriittistä ajattelua perusteena omaksumansa uuteen tietoon.
Kirjoittaminen, Jäsentäminen	Oppilas kirjoittaa muistiinpanoja, jäsentää niitä ja kirjoittaa syventävää työskentelyteoriaa.
Kokeilu	Oppilas osallistuu kokeilun tai koeasetelman suunnitteluun ja toteutukseen.
Kysyminen	Oppilas esittää ihmettelykysymyksiä ja tekee syventäviä kysymyksiä. Hän valitsee selvittäväksi tutkimuksensa näkökulmasta tarpeellisia kysymyksiä.
Lähteiden käyttäminen	Oppilas käyttää internetin ja kirjallisuuden lähteitä. Hän osaa käyttää hakusanaa ja vaihtaa sitä, arvioida lähteen luotettavuutta ja merkitä käyttämänsä lähteen raporttiin. Oppilas käyttää tekemänsä koeasetelman tuloksia lähteenä perusteluissaan.
Tiedonjakaminen	Oppilas jakaa löytämänsä tai jäsentämänsä uutta tietoa ryhmässä keskustelemalla ja muistiinpanoihin nojautuen. Hän jakaa löytämänsä lähteen verkkoympäristöön tai jollakin sovelluksella tekemänsä esityksen verkkoympäristöön.
Yhteistyö	Oppilas osoittaa yhteistyön tekemistä asiantuntijuuden jakamisessa, työskentelyn suunnittelussa, tutkimuskysymysten ideoinnissa ja käsittelyssä. Hän tekee yhteistyötä ryhmän jäsenen kanssa yhteisen käsityksen rakentamisessa.

Oppilaiden haastatteluaineistosta analysoitiin kolmantena ilmiö, joka kuvaa *mobiilin teknologian tarjoamia etuja* tutkivan oppimisen työskentelyyn. Analyysiluokat nousivat aineistopohjaisesti oppilaiden kokemuksista. Niitä tarkasteltiin Haßlerin, Majorin ja Hennessyn (2016) tablettien käyttöä koskeneen laajan kirjallisuustutkimuksen valossa. Katsauksen mukaan tutkimuksissa raportoitiin oppimiskokemusten tehostumisesta ja tablettien käytön antamasta motivaatiosta työskentelyyn. Oppijat pitivät tärkeänä tablettien avulla työskentelyssä tapahtuvaa ryhmätyötä, tukea, itseohjautuvuutta ja laitteen personointia.

Haßlerin ym. tutkimuksessa raportoitiin myös tarpeita kehittää tablet-laitteiden käyttöä. Oppijoiden asenteiden moninaisuus ja tablettien käytön odotusten variointi ilmeni, kun puhuttiin laitteen tehokkuudesta ja opiskelun helpottamisesta.

Luokkien lopulliset koodausmääritelmät esitetään taulukossa 14.

**Taulukko 14.** Mobiilin teknologian tutkivan oppimisen työskentelylle tuomien etujen koodausmääritelmät oppilaiden haastatteluaineistossa.

Analyysiluokka	Määritelmä
Motivoivuus	Oppilas kertoo työskentelyn hauskuudesta ja mielenkiintoisuudesta. Oppilas kuvaa työskentelyn ja teknologian tärkeyttä opiskelussa. Oppilas kuvaa halukkuutta teknologian hyödyntämiseen oppimisessaan.
Nopeus, Liikuteltavuus, Kätevyys	Oppilas kuvaa mobiilin teknologian tuomia etuja laitteen nopeudesta, liikuteltavuudesta ja kätevyyydestä työskentelyssä. Oppilas kuvaa laitteen pienen koon vaikutusta työskentelyyn.
Opiskelun helpottaminen	Oppilas kuvaa laitteen helpokäyttöisyyttä opiskelussa. Oppilas kuvaa laitteen helppokäyttöisyyttä ongelmanratkaisussa.
Oppilas subjektina	Oppilas kertoo omasta toimijan roolistaan tutkimuskysymyksen ratkaisijana tai tiedon rakentajana hyödyntämällä mobiilin laitteen mahdollisuuksia esim. verkkokeskustelussa, verkossa ja tiedon löytymisessä. Oppilas kuvaa oman tietämyksen kasvua. Oppilas kuvaa vastuun ottamista ryhmässä.
Oppimisympäristön joustavuus	Oppilas kertoo laitteen, oppimistehtävän ja fyysisen ympäristön joustavasta yhteen toimimisesta. Oppilas kertoo mahdollisuuksista toimia ja liikkua laitteen kanssa toiseen tilaan. Oppilas kertoo mahdollisuudesta aloittaa työskentely laitteella välittömästi tai tarpeen mukaan

Toisen kehittämissyklin oppilashaastattelussa oppilaita pyydettiin arvioimaan toteutettuja tutkivan oppimisen projekteja ja antamaan *kehittämiseen liittyviä ehdotuksia*. Kehittämisen kohdat analysoitiin kuvion 6 mukaisella menetelmällä. Kehittämisen kohtien ilmaisut pelkistyivät analyysissä kolmen analyysiluokan alle, jotka olivat 1) jumiutumisen välttäminen, 2) tiedon hyödyntäminen ja 3) keskustelun tähdentäminen.

*Jumiutumisen välttämisen* koodaussäännöksi määriteltiin oppilaiden kuvaukset työskentelyn hidastumisesta, paikallaan olemisesta ja jumiutumisesta. Tähän koodattiin myös kuvaukset siitä, että oma aktiivinen osallistuminen on tärkeää ja asioiden nopeampi käsittely auttaisiin tutkivan oppimisen työskentelyssä. Toiseksi analyysiluokaksi muodostui *tiedon hyödyntäminen*. Tähän koodattiin ne oppilaiden kokemukset, jotka kuvasivat, miten tiedon monipuolinen käyttäminen ja tietojen hankkiminen kehittävät kokonaisuutta. Myös tiedon oikeellisuuden varmistaminen kuului tähän analyysiluokkaan. Kolmanneksi oppilaat kuvasivat *keskustelua* ryhmässä. Koodaukset tehtiin ajatuksista, jotka ilmaisivat keskusteluiden roolin tähdentämistä opiskelun ja oppimisen tukena.



Oppilashaastatteluista analysoitiin aineistopohjaisesti myös niitä *haasteita*, joita oppilaat mainitsivat tai jotka toivat jollain tavoin haasteita työskentelyyn. Haasteet määriteltiin neljän analyysiluokan alle: 1) puute käyttötaidossa, 2) oman toiminnan ohjaus, 3) tiedon löytämisen vaikeus ja 4) tekniset ongelmat.

Käyttötaidon puute ilmeni esimerkiksi ongelmina mediaelementtien julkaisemisessa tai laitteen käsittelyssä. Toisena kohtana oli oppilaan tai ryhmän oman toiminnan ohjauksen vaikeus ja tiedon löytämisen vaikeus. Oman toiminnan ohjauksen haasteisiin luokiteltiin maininnat siitä, että ryhmän oppilaat eivät olleet suunnitelleet työskentelyään ja työn tavoite oli epäselvä. He turvautuivat kopiointiin tai syventäviä kysymyksiä ei oltu tehty. Määritelmään sisältyi myös oppilaiden arviointeja siitä, että työskentelyyn pitäisi panostaa enemmän. Kolmantena analysoitu tiedon löytämisen vaikeudet määriteltiin siten, että vastauksessa ilmeni suora maininta siitä, että tietoa ei löytynyt heti. Oppilas saattoi ilmaista oikean tiedon löytymisen olleen vaikea asia, koska hakutulokset olivat niin moninaiset. Määritelmään sisältyi myös se, että oppilas ei keksinyt hakusanoja. Neljäntenä analyysikohteena olivat myös laitteen tekniseen käyttöön liittyvät maininnat haastatteluissa. Teknisiä ongelmia olivat laitteen toiminnan häiriöt, sovelluksen toiminnan häiriöt ja ohjelmistopuutokset laitteella. Ohjelmistopuutoksia tuli ilmi, kun esimerkiksi videot eivät toimineet tai verkkoympäristö ei toiminut oikein laitteessa.

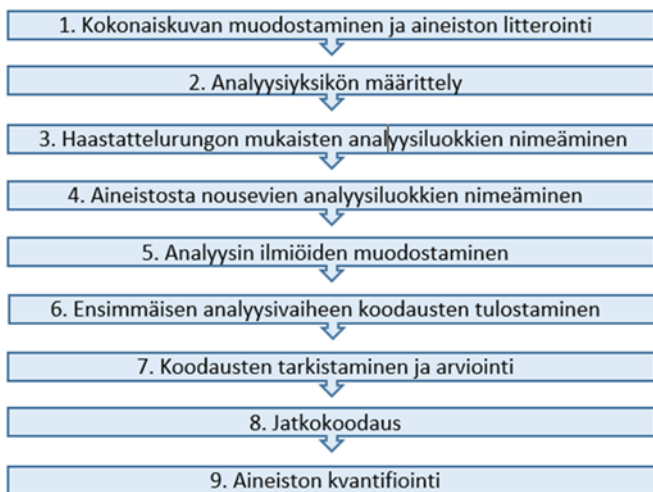
#### 4.5.4 Opettajahaastattelun analyysi

Luokanopettaja haastateltiin kaksi kertaa. Haastatteluiden analyysissä käytettiin ensin sisällönanalyysia kuvaamaan haastatteluiden sisältöä sanallisesti. Sisällön erittelyn avulla puolestaan kuvattiin kvantitatiivisesti vastatusten sisältöä. Toisen haastattelun analyysiin tuli kokemukset-päätteema lisää (taulukot 8 ja 9). Jälkimmäinen haastattelu suunniteltiin kehittämistoimenpiteiden perusteella, joten alateemoja tuli lisää ensimmäiseen verrattuna.

Kuviossa 7 esitetään opettajahaastatteluiden analyysin prosessi. Analyysissä käytettiin kvantitatiivista temaattista analyysia, jonka pohjaksi määriteltiin kehittämistutkimuksen kohteet ja tutkivan oppimisen ohjaaminen. Näiden valinnan peruste oli tutkimuksen kehittämistehtävä ja vastaaminen tutkimuksen toiseen ongelmaan. Analyysitulosten avulla voitiin vastata näihin tehtäviin. Opettajahaastattelun analyysi eroaa hieman oppilashaastatteluiden vastaavasta. Autokoodausta kahden haastattelun litteroinnista ei aineiston pienuuden vuoksi tarvittu, koska toistuvia termejä ei ollut paljon ja se oli hyvin hallittavissa. Opettajan haastatteluissa ei myöskään edetty ensivaiheessa teoriaohjaavasti, koska opettajan toiminnassa ei tarkasteltu mielekkään tai tutkivan oppimisen osa-alueiden esiintymistä. Analysoitiin opettajan näkökulmasta kokonaisuudessa esiintyviä ilmiöitä. Tämän vuoksi ohjaamisen ja kokemusten näkökulmat olivat tärkeitä, ja niiden perustalle tutkija määritteli esille nousseet ilmiöt.

Analyysiyksiköksi määriteltiin yksi lause tai kokonainen vastauspuheenvuoro. Opettajan vastaukset yksittäisiin kysymyksiin olivat laajempia ja laadultaan moniulotteisempia kuin oppilaiden vastaukset. Tässä vaiheessa käytettiin deduktiivista päättelyä (vaihe 3), jolloin lähtökohtana olivat haastattelurungon pää- ja alateemat. Aineistosta nousevia analyysiluokkia etsittiin abduktiivisen päättelyn keinoin vaiheessa 4 ja 5. Vaiheessa 5 määriteltiin analyysin ilmiötä temaattisen ja aineistosta nousseiden analyysiluokkien avulla. Aineiston koodausta tarkasteltiin paperille tulostettuna (vaihe 7). Tarkistamisen tarkoitus oli arvioida ensimmäisen koodauksen osuvuus ja saada perusteet seuraavaan vaiheeseen. Vaiheessa 8 suoritettiin jatkokoodausta analyysiohjelmassa. Tässä vaiheessa poistettiin ja lisättiin edellisessä tarkistuksessa kirjattuja analyysiluokkia. Tarkoituksena oli löytää aineistosta nousevia asioita, jotka mahdollisesti olivat jääneet ensimmäisellä koodauskerralla huomiotta. Toisaalta tässä vaiheessa tarkistettiin myös annettujen analyysiluokkien osuvuus ilmiöiden kontekstissa. Tällä tavalla haluttiin parantaa koodauksen luotettavuutta, varsinkin kun tutkija otti aineistoon hieman etäisyyttä. Jatkokoodaus suoritettiin kaksi kertaa. Tämän jälkeen edettiin viimeiseen vaiheeseen.

Aineiston kvantifioinnissa (vaihe 9) laskettiin haastattelusta nousseiden analyysiluokkien lukumääriä ja suhteellisia osuuksia. Tarkoituksena oli etsiä aineistosta mahdollisia uusia näkökulmia ja tehdä aineistoa havainnollistavia ja kuvaavia taulukoita.



Kuvio 7. Opettaja-haastatteluiden analyysiprosessi.

Opettaja-haastatteluista nousi kolme ilmiötä. Niistä muodostettiin yhteensä 17 analyysiluokkaa, joten voidaan olettaa, että aineisto edusti kelvollisesti opettajan näkökulmaa tutkimustehtävässä. Ilmiöt olivat 1) tutkivan oppimisen työskentelyn

Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä kehittämiseen liittyvät maininnat, 2) mobiilin tutkivan oppimisen oppimisympäristön työskentelylle tuoma tuki ja 3) opettajan kokemat haasteet oppimisprojekteissa. Ilmiöistä tehtiin erilliset analyysit.

Taulukossa 15 esitetään opettajahaastatteluiden ensimmäisen ilmiön eli *tutkivan oppimisen työskentelyn kehittämiseen* liittyvän ilmiön kolme pääteemaa ja alateemat sekä niiden lopulliset määritelmät. Koodaussääntöä käytettiin siten, että vähintään yksi määritelmän asia esiintyi analyysiyksikössä.

**Taulukko 15.** Opettajahaastattelussa mainittujen tutkivan oppimisen työskentelyn kehittämisen analyysiluokkien määritelmät.

pääteema	alateema	määritelmä
Tutkivan oppimisen ohjaaminen	Tarkentaviin kysymyksiin ohjaaminen	Opettaja kuvaa havaintojansa oppilaiden työn kehittymisestä ohjattuaan oppilaita kysymyksiin tai ohjein miettimään uusia syventäviä kysymyksiä tai kun asetetaan ongelmia heidän kanssaan. Opettaja kertoo tutkivasta tavasta ohjaamisessa johdatella asettamaan kysymyksiä eri näkökulmasta. Opettaja painottaa ongelmälähtöisyyttä.
	Keskusteluun ohjaaminen	Opettaja kertoo rohkaisun tärkeydestä ja toimivuudesta ohjata oppilasryhmää keskusteluun asiasta kasvatusten tai verkko-ympäristössä.
	Luovuuteen rohkaiseminen	Opettaja kertoo rohkaisusta uusien sovellusten ja tapojen käyttöön tiedon hakemisessa ja jakamisessa. Opettaja on rohkaissut uuden näkökulman ottamiseen.
Opiskelun ohjaaminen	Tutkivan oppimisen kontekstissa oppilaiden välinen yhteistyö ja sen organisoiminen oppilaiden tutkimuskysymysten kautta on opetusta järkevöittävää ja luo rungon työskentelylle.	Opettaja kertoo esimerkkejä virikkeiden käytön ja käyttötaitojen opettamisen tuesta tutkivalle oppimiselle
	Pariryhmän käyttäminen	Opettaja kuvaa pariryhmän dynaamisempaa työskentelyä, sujuvampaa yhteistyötä ja oppilaiden keskittymisen syvällisempää tasoa kahden oppilaan ryhmässä.
	Tehtävien osittaminen	Opettaja kuvaa tarvetta jakaa oppimistehtäviä pienempiin osiin ja rytmittää opettajajohtoisesti vaiheiden käsittelyä.
Teknologian käyttö	Usean ohjelman käyttö	Opettaja kuvaa useamman käytettävissä olevan sovelluksen tuomaa tukea ja tiedonjakamisen monipuolistumista tutkivan oppimisen työskentelyssä.
	Verkkoympäristön tarve	Opettaja kuvaa yhteisen verkko-ohjauksen paikan tärkeyttä työskentelyn kokojana. Opettaja kuvaa yhteisen keskustelupaikan roolia.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

Taulukossa 16 esitetään opettajahaastatteluiden toisen ilmiön analyysin eli *mobiiliin tutkivan oppimisen oppimisympäristön työskentelylle tuomaa tukea* koskevan ilmiön analyysiluokkien määritelmät. Siinä analysoitiin niitä opiskelutilanteissa esiintyviä tekijöitä, jotka tukevat ja edistävät tutkivan oppimisen työskentelyä ja onnistumista.

**Taulukko 16.** Opettajahaastattelussa mainittujen mobiiliin tutkivan oppimisen oppimisympäristön tuoman tuen analyysiluokkien määritelmät.

analyysiluokka	määritelmä koodauksessa
Ongelmalähtöisyys	Opettaja kuvaa ongelmalähtöistä lähestymistapaa tutkivan oppimisen työskentelyssä ja ongelmiin vastaamisen tärkeyttä oppilaiden oppimisen edistäjänä.
Oppilas toimijana	Opettaja kuvaa oppilaiden asemaa oman tutkimuskysymyksensä ratkaisijana tai tiedon rakentajana. Opettaja kuvaa oppilaan oman tietämyksen kasvamista oppilaan oman työskentelyn tuloksena.
Luovuuden kehittyminen	Opettaja kuvaa keinojen määrän tuomaa tukea luovuuden esille tuomiseen. Opettaja kuvaa teknologian tuomia mahdollisuuksia ja kiihdyttävää vaikutusta luoviin tapoihin esittää tutkittavaa asiaa tai vuorovaikutusta. Opettaja kuvaa vapaiden mahdollisuuksien tuomaa tukea luovuudelle.
Työskentelytaitojen kehittyminen	Opettaja kuvaa työskentelyn tehokkuuden lisääntymistä ja oppilaiden tutkivan työskentelyn monipuolistumista. Opettaja kertoo itsenäisen ryhmätyön tai oppilaiden teknologian käyttöaidon lisääntymisestä.
Motivoivuus	Opettaja kuvaa oppilaiden innostusta ja uuden asian oppimisen iloa työtavassa ja teknologian käytössä.
Mahdollisuuksien variointi	Opettaja kuvaa teknologian käytön erilaisia mahdollisuuksia tutkivan oppimisen prosessissa ja oppilaiden ajattelun jäsentäjänä.

Kolmantena ilmiönä opettajahaastatteluissa oli *työskentelyyn liittyvät haasteet*, jonka analyysiluokkien määritelmät on esitetty taulukossa 17.

**Taulukko 17.** Opettajahaastatteluissa mainittujen haasteiden analyysiluokkien määritelmät.

analyysiluokka	määritelmä koodauksessa
Työskentelyn ohjaamisen tarve	Opettaja kuvaa havaintojaan oppilaiden tarpeesta saada ohjausta.
Vapauden tuomat haasteet	Opettaja kuvaa liikuteltavien laitteiden ja tutkivan oppimisen työskentelymuodon tuomaa vapautta laitteen houkuttelevuudesta ryhtyä muuhunkin kuin opiskeluun liittyviin tehtäviin.
Keskusteluun ohjaus tutkivan oppimisen työskentelyssä	Opettaja kuvaa tutkivan oppimisen työskentelyssä keskusteluun ohjausta pedagogisena haasteena.

Opettaja ilmaisi oppilaiden ohjaamisen tarpeisiin liittyviä havaintojaan ja kokemuksiinsa usein laajasti. Analyysiyksiköksi voitiin valita esimerkiksi lause: *”Ja sitten oppilaiden rohkaistaminen enemmän siihen, että puhukaa, kysykää.”*

#### 4.5.5 Vertailevat analyysit aineistosta

Aineiston kvantifioinnissa laskettiin oppilas- ja opettajahaastatteluista nousseiden analyysiluokkien lukumääriä ja suhteellisia osuuksia. Tarkoituksena oli etsiä aineistosta mahdollisia uusia näkökulmia ja analyysiluokkien välisiä yhteyksiä kehittämissykeiden välillä sekä tehdä aineistoa havainnollistavia ja kuvaavia taulukoita.

Oppilashaastatteluiden kehittämissykeiden välisten ristiintaulukoiden muuttujien välistä riippuvuutta selvitettiin  $\chi^2$ -riippumattomuustestin eli khiin neliö -testin avulla. Khiin neliötestin valinta sopi analyysiin, sillä tutkimusaineistoa ei ole mitattu järjestysasteikolla, eikä se perustu yksilötason toistomittausvertailuun. Khiin neliötesti tehtiin sen selvittämiseksi, onko kehittämistoimilla merkitsevyyseroja sykeiden välillä vai voidaanko ero selittää havaintovirheellä. Tällöin nollahypoteesi väittää, että muutosta kehittämistoimien ansiosta muuttujien välillä ei ole tapahtunut. Tutkimushypoteesin hyväksyminen esittää, että eroa muuttujien välillä on löytynyt ja kehittämistoimilla on ollut vaikutusta. Khiin neliötestit laskettiin esiintyneistä frekvensseistä ja niistä laskettavien hypoteettisten eli odotettujen frekvenssien avulla (liite 5). Testit laskettiin Excel-ohjelmalla ja niissä huomioitiin testin käytön edellytykset Heikkilän (2014) esittämällä tavalla.

Oppilashaastatteluiden analyysiluokista tehtiin myös ristiintaulukoita aineiston kvantifointivaiheessa. Niiden avulla laskettiin analyysiluokkien yhteisesiintymisiä samassa analyysiyksikössä (co-occurrence). Yhteisesiintymiset laskettiin ja taulukoitiin Atlas.ti-ohjelmassa. Toisena menetelmänä ristiintaulukoinnissa laskettiin analyysiluokkien esiintymistä ryhmittäin. Tarkoituksena oli hakea sekä teoriaohjaavasti että aineistopohjaisesti analyysiyksiköiden välisiä yhteyksiä. Aineiston pienuus voi olla haaste näiden löytymiselle.

## 5 TULOKSET

Luvussa 5 esitetään kehittämissykliden analyysien tulokset ja niiden vaikutus kehittämistehtäviin. Verkkoaineiston analyysissä esitetään kehittämissykleittäin verkkoympäristön käytön tulokset, oppimisprojektin verkkokeskusteluiden analyysin tulokset ja lopuksi oppilasryhmien tutkimusraporttien tulokset. Oppilas- ja opettajahaastatteluiden analyysien tuloksia kuvataan sisällön erittelyssä numeerisesti ja sisällönanalyysissä sanallisesti. Sisältöjä havainnollistetaan analysoituihin ilmiöihin kuuluvien aineistoesimerkkien avulla. Aineistoesimerkin edessä on tutkimukseen osallistujan anonyymi tunniste. Lopuksi luvussa 5.4 tarkastellaan kehittämissykliden analyysien vertailevia tuloksia.

### 5.1 Esitutkimuksen analyysin tulokset

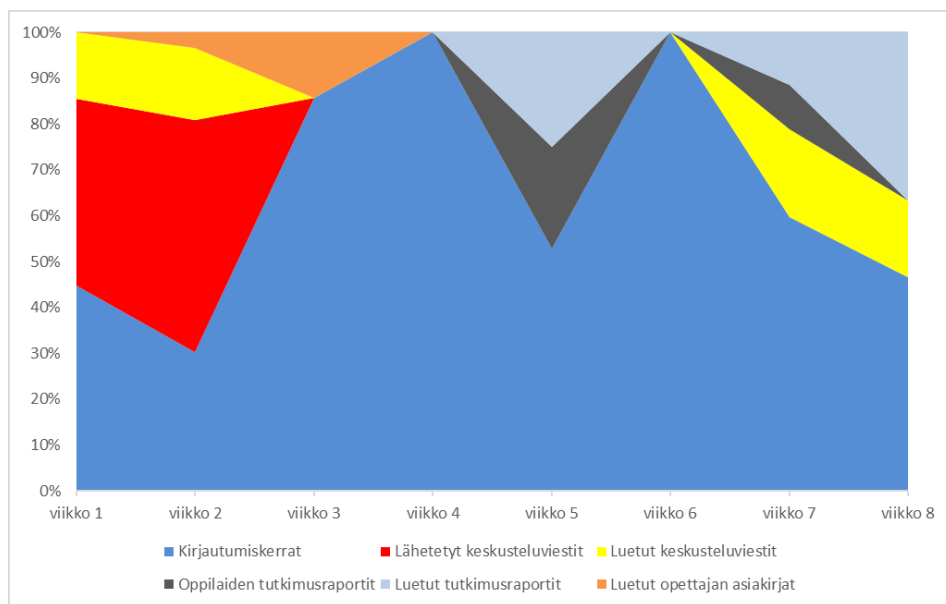
#### 5.1.1 Verkkoaineiston analyysin tulokset

##### ***Verkkoympäristön käyttö***

Kuvio 8 esittää aktiviteettien suhteellisen esiintymisen verkkoympäristössä kunkin kahdeksana työskentelykertana. *Kirjautumiskerrat* ilmoittaa kyseiseen projektitilaan eli yksittäiseen huoneeseen kirjautumiset. Oppilaat kirjautuivat verkkoympäristön oppimisprojektin huoneeseen yhteensä 173 kertaa. Keskiarvo kirjautumisissa oppilasta kohden on 12,4 kertaa pilottiprojektin aikana. Kaikkiaan huonekäyntejä tutkija mukaan lukien oli 217.

*Lähetetyt keskusteluviestit* kuvaa oppilaiden lähettämien keskusteluviestien osuutta tallentuneesta toiminnasta. Keskustelut painottuivat suunnitellusti projektin alkuun ensimmäiselle ja toiselle oppitunnille. Ensimmäisellä oppitunnilla talletettujen viestien osuus oli 40 % merkinnöistä ja toisella kerralla lähes 50 %. *Luetut keskusteluviestit* kuvaa keskustelupalstan aktiivisuutta; kuinka usein ja milloin opiskelijat ovat avanneet keskusteluviestejä. Kuviosta ilmenee, että oppilaat palasivat kahdella viimeisellä työskentelykerralla lukemaan oppimisprojektin alussa käytyjä keskusteluita.

*Oppilaiden tutkimusraportit*, jotka tehtiin asiakirjatyökalulla, näkyvät viikoilla 5 ja 7. *Luetut tutkimusraportit* esittää puolestaan oppilaiden avaamien tutkimusraporttien osuuden. Raporttien lukukerrat näkyvät viikolla 5 ja varsinkin kahdella viimeisellä työskentelykerralla. *Luetut opettajan asiakirjat* näyttää viikolla 2 ja 3 opettajan tallentaman ohjaavan materiaalin avaamiset.



Kuvio 8. Esitutkimussyklin verkkoympäristön viikottaiset suhteelliset käytön määrät.

Verkkoympäristön projektihuoneen toiminnassa nähdään kuviosta 6 kolme vaihetta, jolloin oppimisympäristössä oli eniten yhteisöllistä toimintaa ja toisaalta kaksi selvää kertaa, jolloin kirjautuminen oli ainoa tallentunut data. Kirjautumiset olivat suurimmillaan uuden tiedon etsimisen vaiheissa neljännellä ja kuudennella oppitunnilla. Näillä tunneilla oppilaille oli tärkeää kirjautua projektihuoneeseen lukemaan opettajan työskentelyä koskevat ohjaustekstit, eikä näinä kertoina ympäristössä ollut yhteisiä tehtäviä. Toiminta kyseisillä oppitunneilla tapahtui pääasiassa verkkoympäristön ulkopuolella. Yhteisöllinen verkkotoiminta oppimisympäristön käytössä oli suurimmillaan projektin alussa ja lopussa.

Kuviossa näkyy vain päivämääräperusteisesti tallentunut data. Siitä ei käy ilmi esimerkiksi suoraan oppilaiden toisilleen kertomien linkkien määrä, tablet-laitteilla kirjoitettujen muistiinpanojen määrä tai työskentelyn aikana käydyt suulliset keskustelut. Oppilasryhmät saivat valita työskentelypaikan kotiluokasta tai koulun käytävältä ja keskustelu työstä toisen ryhmän jäsenten kanssa oli sallittua.

### **Verkko keskustelut**

Käydyissä kahdessa verkkokeskustelussa lähetettiin yhteensä 76 viestiä eli keskimäärin viisi viestiä oppilasta kohden. Molemmat keskustelupalstat olivat luonteeltaan anonyymejä aivoriihikeskusteluita, joissa viestit kirjautuvat avoimina merkintöinä (ns. lappuina) palstan sivulle. Fronterin tilastotoiminto laskee palstan avaamisten lukumäärän. Se ei siten laske yksittäisten viestien avaamista, koska ne ovat tässä keskustelulajissa koko ajan nähtävillä. Tämän perusteella saatiin vain



suuntaa antava luku. Projektin lopussa tarkastettu keskustelupalstojen lukukertojen frekvenssi antaa luotettavamman kuvan niiden tarpeellisuudesta. Kontekstin luomisen aivoriihessä oli 201 lukukertaa ja tutkimuskysymysaivoriihessä 131 lukukertaa projektin aikana. Keskiarvo lukukerroissa oppilasta kohden oli siten 14 ja 8,7. Ensimmäisellä oppitunnilla keskustelupalstan luettuja lukukertoja oli noin 15 % toiminnasta, samoin toisella työskentelykerralla. Kuviosta 6 voidaan havaita, että oppilaat palasivat näihin aivoriihiin projektin kahdella viimeisellä työskentelykerralla. Tämä heijastaa sitä, että oppilaat tarvitsivat omassa työssään alussa kirjoittamiaan viestejä.

Lukukertojen määrä ja projektin kahdella viimeisellä oppitunnilla verkkoon tallentunut data viittaavat haastattelussa esille nousseeseen positiiviseen kokemukseen verkkoympäristön antamasta tuesta työskentelylle ja oppimiselle.

*Ensimmäisen keskustelun* tarkoitus oli oman selityksen kirjaaminen kaikille yhteiseen tutkimuskysymykseen, *Miten saamme oppilaan latvojen korkeudelle?* Tähän palstaan lähetettiin yhteensä 31 viestiä, joista seitsemän oli jatkoviestejä ja kaksi vastauksia jatkoviesteihin. Keskiarvo on kaksi viestiä oppilasta kohden. Omat selitykset vaihtelivat laadullisesti. Oppilaiden vastauksissa oli yhteensä kuusi eri käsitettä, joiden avulla kysymykseen tässä vaiheessa vastattiin. Käytettyjen käsitteiden lukumäärä vaihteli yksittäisten oppilaiden selityksessä yhdestä neljään. Neljässä oppilaan vastauksessa oli vain yksi käsite, jonka avulla vastaaja yritti selittää kysymystä. Eniten oli selityksiä, joiden kirjoittamisessa oli käytetty kahta käsitettä, 13 kpl. Viidessä selityksessä käytettiin kolmea ja yhdessä neljää käsitettä. Jotkut oppilaat olivat siten kirjoittaneet kaksikin omaa ensimmäistä selitystä ongelmaan. Kyseessä on anonyymi työkalu, joten tarkkaa tietoa siitä, kuinka moni oppilas kirjoitti enemmän kuin yhden selityksen ei voida antaa. Analyysin tulos näytti, että oppilaat lähettivät suhteellisen vähän viestejä. Vastausten laatu käytettyjen käsitteiden mukaan vaihteli selvästi.

*Toisen yhteisen tiedonrakentelukeskustelun tarkoituksena* oli tehdä kriittinen arviointi ja kysymysten avulla löytää ja nostaa esiin edellisessä keskustelussa esiintyneitä käsitteitä, joita tarvittaisiin tutkimuskysymykseen vastaamiseksi. Viestejä lähetettiin yhteensä 45 kappaletta, joissa oppilaat mainitsivat kahdeksan eri käsitettä. Käsitteitä mainittiin 26 viestissä. Eniten haluttiin selvittää käsitteitä vinssi ja väkipyörä, yhteensä 15 mainintaa. Voimaan liittyviä sanoja esitettiin selvitetäväksi kahdeksan kappaletta sekä kolme vaijerin selvittämistä ehdottanutta viestiä. Tässä aivoriihessä lähetettiin hieman enemmän viestejä ja käytettiin enemmän fysiikan käsitteitä kuin ensimmäisessä aivoriihessä. Tulos näytti, että toinen keskustelu suuntautui fysiikan oppisisältöjen näkökulmasta kohti parempia selityksiä.

## ***Tutkimusraportit***

Esitutkimuksen tutkimusraporttien kirjoittaminen toteutettiin verkkoympäristön omalla artikkelityökalulla. Oppilaille tallennettiin esimerkkisivu kyseisellä työkalulla tehdystä artikkelista ja ohjeita sen käyttöön. Kaikki ryhmät raportoivat työnsä artikkelityökalun avulla.

Taulukossa 18 esitetään oppilasryhmien tutkimusraporttien tulokset. Voidaan havaita, että ryhmien tavat raportoida erosivat toisistaan jonkin verran. Yksi ryhmä keskittyi tutkimuskysymykseen vastatessaan vain yhden tarkentavan kysymyksen selvittämiseen ja yksi ryhmä raportoi työnsä puhtaasti tekstin avulla. Yksi ryhmä teki kaksi käsitekarttaa erillisen SimpleMind-applikaation avulla, joissa he selvittävät yhteensä 12 käsitettä. Tekstit olivat esitutkimuksessa melko lyhyitä.

**Taulukko 18.** Esitutkimuksen tutkimusraporttien kuvaus.

<b>Esitutkimuksen oppimisprojektin tutkimusraporttien sisältö</b>				
	<b>sanat</b>	<b>selvitetyt käsitteet</b>	<b>käsitekartan käsitteet</b>	<b>kuvat</b>
Ryhmä 1	120	5	-	-
Ryhmä 2	212	5	-	2
Ryhmä 3	207	6	-	1
Ryhmä 4	118	1	-	1
Ryhmä 5	94	4	12	-
yhteensä	751	21	12	4

### **5.1.2 Oppilashaastattelun analyysin tulokset**

Esitutkimuksen oppimisprojektin jälkeen haastateltiin yksi kolmen oppilaan ryhmä. Taulukossa 19 esitetään haastattelussa esiintyneet oppimisen piirteitä edustaneet maininnat. Näitä löytyi varsin tasaisesti, joskin ryhmässä toimiminen oli esillä selvästi eniten, lähes kolmannes kaikista tähän ilmiöön kuuluneista ilmaisuista. Se kuvaa toteutuneen työskentelyn yhteisöllistä luonnetta. Opiteiden selittämistä uudessa tilanteessa edustavat maininnat jäivät haastattelun analyysissä pieneen osaan.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

**Taulukko 19.** Esitutkimuksen haastattelussa esiintyneet oppimisen piirteet, niiden frekvenssit ja suhteellinen osuus.

Oppimisen piirteet	f	%
Aktiivinen osallistuminen	6	15
Tavoitteellisesti toimiminen	6	15
Löydetyt tiedon tarkastelu	4	10
Konkreettisten aineistojen käyttö	4	10
Oman toiminnan säätely	6	15
Opitun selittäminen uudessa tilanteessa	2	4
Ryhmässä toimiminen	13	31
Yhteensä	41	100

Seuraava aineistoesimerkki on näyte aktiivisesta osallistumisesta ja yhteisöllisyydestä.

*A04: ”Mun mielestä me kaikki tehtiin ihan hyvin työtä. Ei siinä ole mitään valittamista.”*

Oppilaiden välinen vuorovaikutus on osallisena monessa tutkivan oppimisen tehtävässä, mutta aineistosta koodattiin ne lauseet, joissa siihen suoraan viitattiin. Aineistoesimerkit sanottiin tilanteessa, jossa ryhmä keskusteli työn aikana esille nostetuista ideoista. Esimerkit luokiteltiin ryhmässä toimimisen analyysiluokkaan.

*A07: ”No, kai me lähinnä juttelimme keskenämme.”*

*A08: ”Sitten vaan kysyttiin kaverilta, mistä se voisi löytyä.”*

Taulukossa 20 esitetään tutkivan oppimisen taitoja edustavien mainintojen esiintyminen oppilaiden haastatteluvastauksissa. Eniten oli lähteiden käyttämiseen ja yhteistyöhön liittyvät mainintoja, jotka selvästi kuvasivat tutkivan oppimisen työtapaa. Kirjoittamiseen ja kysymiseen liittyviä mainintoja oli lähes yhtä suuri osuus, mikä myös kuvaa työskentelyä tutkivassa oppimisessa. Voidaan havaita, että eri käytäntöjen esiintymistä edustavat maininnat ilmenivät melko tasaisesti, lukuun ottamatta tiedonjakamista. Aineiston analyysistä voidaan päätellä, että rakennettu oppimisympäristö tuki tutkivaa työskentelyä monilta osin, mutta jätti myös pedagogisesti kehitettävää tutkivaan oppimiseen oleellisesti kuuluvan tiedon jakamisen käytäntöjen nostamiseksi. Kirjoittamiseen ja jäsentämiseen viittaavaan luokkaan kuului haastattelusta analysoidut raporttien kirjoittamiseen viittaavat ilmaisut, ei muistiinpanojen tekemiseen tai verkkokeskusteluihin viittaavat ilmaisut.

**Taulukko 20.** Esitutkimuksen haastattelussa esiintyneet tutkivan oppimisen taidot, niiden frekvenssit ja suhteellinen osuus.

Tutkivan oppimisen taidot	f	%
Argumentointi	4	13
Kirjoittaminen, Jäsentäminen	5	15
Kysyminen	6	19
Lähteiden käyttäminen	8	25
Tiedonjakaminen	1	3
Yhteistyö	8	25
yhteensä	32	100

*Tutkivan oppimisen taidot* -ilmiöön liittyvä aineistonäyte kuvaa miten oppilaat kertoivat työskentelystään projektin aikana. Näyte kuvaa yhteistyötä tilanteessa, jossa oppilailta kysyttiin pulmien ratkaisusta ja yhteisen näkemyksen saavuttamisesta. Näyte luokiteltiin analyysiluokkaan yhteistyö.

*A04: ” Jos luuli, että se on oikein, niin sit me sovittiin yhdessä, että mitä siihen tulee. Sitten juttelimme keskenämme. ”*

Tutkivassa oppimisessa syventävillä kysymyksillä on tärkeä rooli tutkimisen edistämiseksi ja laajentamiseksi. Kysyminen-analyysiluokkaan liittyvä esimerkki kuvaa tilannetta, jossa opiskelu muuttuu ja oppilaat ovat tarkentamassa työskentelyään:

*A08: ”Silleen, että jos me saatiin jotain tiedettyä, niin me vaihdettiin sitä kysymystä. ”*

Lähteiden löytäminen, niiden käyttäminen tietolähteenä ja lähteen luotettavuuden arviointi sekä merkitseminen kuuluvat lähteiden käyttöön. Oppilaat kokivat tiedonhaun tärkeänä ja he arvioivat sen onnistumista. Esitutkimuksen oppilasryhmä koki onnistuneensa lähteiden käyttämisessä, kuten aineistoesimerkki kertoo.

*A04: ”No, meillä oli kyllä hyviä lähteitä, että sieltä löytyi paljon tietoa. ”*

Taulukossa 21 kuvataan ilmiöön *mobiilin teknologian tuomat edut tutkivan oppimisen työskentelyyn* liittyvän analyysin tulokset. Ilmiö nousi esiin haastattelun analyysissä aineistopohjaisesti. Oppilaiden kokemuksissa mobiili teknologia tarjosi analyysin perusteella viisi etua, jotka tukevat opiskelua ja oppimista. Laitteen nopeuden, liikuteltavuuden ja kätevyyden maininnat yhdessä oppimisympäristön joustavuuden kanssa edustivat yhteensä yli 50 % maininnoista. Mobiilin laitteen

Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä käyttö motivoi opiskelussa ja se edusti viidennestä maininnoista. Oppilaiden kokemaa oman toimijuuden tuntu, oman oppimisen subjektina oleminen ja opiskelun helpottaminen löytyivät myös esitutkimuksessa.

**Taulukko 21.** Mobiilin teknologian tutkivan oppimisen työskentelyyn tuomien etujen maininnat esitutkimuksessa, niiden frekvenssit ja suhteellinen osuus.

Mobiilin teknologian tuomat edut	f	%
Motivoivuus	6	19
Nopeus, Liikuteltavuus, Kätevyys	10	31
Opiskelun helpottaminen	5	16
Oppilas subjektina	4	13
Oppimisympäristön joustavuus	7	22
yhteensä	32	100

Oppilaat kokivat, että mobiili laite on nopeasti käyttövalmiina työhön, jolloin aikaa jää enemmän työskentelylle, kun vertailukohtana on perinteinen pöytätietokone. Seuraava aineistoesimerkki kuvaa tätä tilannetta ja edustaa analyysiluokkaa nopeus, liikuteltavuus ja kätevyys.

*A07: ”Tämä oli paljon nopeampi tehdä kuin esim. tietokoneluokassa. Jäi paljon enemmän aikaa johonkin muuhunkin.”*

Teknologian tuoma opiskelun helpottaminen oli oppilaiden kokema etu työskentelyssä. Seuraavat esimerkit kertovat tiedonhaun yhteydessä koetusta työskentelyn sujuvoitumisesta:

*A04: ”Niin, koska se (tiedonhaku) sillä oli helppoa. Sitten tosta mitä me kirjoitettiin, saatiin ihan hyvin esitettyä ne asiat.”*

*A08: ”Et jos lähdet pois ja menet sitten internettiin ja avaat tosta, niin saat samat sivut heti auki.”*

Oppimisympäristön joustavuus kuvastuu oppilaan vastauksessa, kun hän mietti niitä hyötyjä, mitä liikuteltavan laitteen käyttämisessä tutkivan oppimisen työskentelyssä ryhmälle oli ollut:

*A04: ” Että sillä voi mennä kaikkialle ja tehdä kunhan on wifi.”*

Haastatteluiden perusteella oppilaat eivät kokeneet tabletilla kirjoittamista vaikeana tai hankalana, vaikka olivat tottuneet normaalin näppäimistön käyttöön. Tab-

let-laite oli nopeasti käytettävissä ja heti valmiudessa kirjoittamiseen. Virtuaalinen näppäimistö toimi opiskelijoiden mukaan moitteettomasti ja oli riittävän iso kirjoittamiseen.

Omaksi ryhmäkseen analyysissä nousivat sellaiset ilmaisut, jotka kuvasivat mobiilin laitteen tuomia käytännön haasteita. Esitutkimuksen analyysissä ne liittyivät ainoastaan verkkoympäristön editorin puutteelliseen toimintaan käytössä olleella laitteella ja langattoman verkon toiminnan häiriöihin. Molemmat käytännön haasteet saatiin ratkaistua.

### **5.1.3 Esitutkimussyklin analyysin tulosten vaikutus ensimmäiseen kehittämissykliin**

Esitutkimuksen tavoite oli saada varmuus siitä, että kehitetty pedagoginen toteutusratkaisu mobiilin teknologian tukemasta tutkivan oppimisen ympäristöstä olisi toimiva varsinaisia kehittämissyklejä varten.

#### ***Perehdytys ja käyttökelpoisuuden arviointi***

Ensimmäinen tavoite oli *perehdyttää oppilaat tablet-laitteen tekniikkaan ja arvioida sen käyttökelpoisuutta*. Haastatteluaineiston analyysin tulokset kertoivat, että oppilaat pitivät laitetta nopeana ja valmiina ottaa käyttöön. Helppous nousi vahvasti esiin haastatteluissa. Käyttökokemukset olivat positiivisia. Esimerkiksi laitteen liikuteltavuus koettiin etuna ja oppimista tukevana elementtinä.

Haasteita syntyi joissakin tapauksissa hitaan verkon, verkkoympäristön toimivuudessa ja sivutyökalujen toiminnassa. Esitutkimuksen perusteella paljastui, että Fronter-ympäristön editorit käyttäytyivät eri tavoin tablet-laitteella kuin pöytätietokoneilla käytettynä. Oleellinen tekninen haaste kirjoitettaessa tabletilla liittyi keskustelupalstan toimintaan. Keskustelupalstalla kirjoittaminen ja vastaaminen hankaloituivat, koska virtuaalisen näppäimistön välilyöntiä painattaessa kursori liikkui aina tekstin alkuun. Myöskään keskustelupalstan vastaa-linkit eivät toimineet aivan samalla tavalla kuin pöytätietokoneiden kanssa. Ongelma jatkui koko esitutkimussyklin ajan. Esitutkimuksen havainto keskustelupalstaan ja Fronter-ympäristön sivutyökaluilla kirjoittamisen ongelmasta saatiin ratkaistua konsultoidulla oppimisympäristön tuottajaa. Ratkaisuksi valittiin html-editorin kytkeminen pois päältä, joka voitiin Fronterissa tehdä koulukohtaisesti koulun oman pääkäyttäjän toimesta. Valinta tarkoitti sitä, että hypertekstiominaisuudet eivät toimi ja tulevaisuudessa iteraatioissa kirjoitettiin verkkoympäristössä tavallisen tekstipohjaisen kirjoitusalueen avulla. Tämä ratkaisu rajoitti esimerkiksi linkkien tekemistä suoraan tekstien sanoihin. Linkkejä voitiin myöhemmin kuitenkin kopioida näkyviin ja lisätä niitä Fronterin omalla linkkityökalulla, joka oli kaikille oppilaille laitettu projektin työkaluihin esille.

Teknisiä haasteita oli myös artikkelityökalun käytössä. Tabletilla otettu kuva voitiin liittää suoraan artikkeliin ja siihen kirjoittaminen tabletin näytöltä onnistui,

mutta itse artikkeli ei skaalautunut näytölle oikein, jolloin sivusuuntaiset vierityksen hankaloittivat sen käyttöä. Artikkelityökalun käytöstä luovuttiin esitutkimuksen perusteella ja ensimmäisessä tutkimussykliässä otettiin käyttöön nk. Fronter-asiakirja, joka avattiin kaikille osallistujille jaettuna versiona.

Haastatteluaineiston tulosten perusteella voitiin havaita, että laitteen virtuaalinäppäimistö täyttää kirjoittamisen edellytykset. Tutkijan havainnot työskentelyn aikana tukivat tätä käsitystä. Kirjoittaminen tabletin näytölle sujui, kun laite oli pöydällä tai oppilaan jalkojen päällä, kun ryhmät istuivat esimerkiksi tuolipiirissä. Näin ollen koululla saatavilla olleita erillisiä tablet-laitteeseen liitettäviä näppäimistöjä ei otettu käyttöön.

Molemmat ensimmäisen tavoitteen kohdat vaikuttivat kehittämistutkimuksen etenemiseen. Oppilaat tekivät tulosten valossa töitä monipuolisesti, aktiivisesti ja kokeilunhaluisesti, eikä mikään kokeiltu asia jäänyt haasteista huolimatta kesken. He siis ottivat laitteen teknisesti nopeasti haltuunsa. Mobiilin oppimisympäristölle laitteen käyttökelpoisuus näytti riittävältä. Kuviosta 8 havaitaan, että oppilaiden kirjautuminen oppimisympäristöön oli suhteellisesti suurimmillaan neljännellä ja kuudennella oppitunnilla. Näillä tunneilla oppilaille oli tärkeää kirjautua projekti-huoneeseen lukemaan opettajan ohjaustekstit, eikä huoneessa toisaalta ollut yhteisiä tehtäviä. Kehittämispäätös oli, että koska verkkoympäristö on tärkeä tuki opiskelussa, sen teknistä käyttökelpoisuutta on tärkeä edelleen kehittää.

### ***Laite ja verkkoympäristö oppimisen välineenä***

Toisena tavoitteena oli *perehtyä laitteeseen oppimisen välineenä*, tavoitteena selvittää sitä, miten laite ja pedagogisesti rakennettu verkkoympäristö palvelevat tutkivaa oppimista. Tutkivan oppimiselle keskustelupalstan toimivuus on oleellista. Verkkokeskusteluiden (aivoriihien) analyysin tulos osoitti, että oppilaat lähettivät vähän viestejä ja vastausten laatu vaihteli. Tehtävämuoto vaati myöhemmin kehittämistoimia. Tulokset osoittivat kuitenkin, että tiedonrakentelut antavat tukea oppimiselle työskentelyn edetessä. Toinen aivoriihi vei keskustelua fysiikan käsitteiden käytön suuntaan, mikä viittaa oppilaiden käsitysten mukautumiseen. Lukukertojen määrä kertoi keskustelufoorumien myöhemmästä käytöstä oppimisprojektin aikana. Yhtään asiaan kuulumatonta viestiä ei kirjoitettu. Kuvion 8 perustella huomataan, että oppilaat olivat lukeneet ahkerasti alun aivoriihikeskusteluita viimeisillä oppitunneilla viimeistelllessään raportteja.

Keskusteluiden käyttö oma-aloitteisesti projektin aikana ei ollut kuitenkaan luontevaa. Esimerkiksi opettajan avaamaan tukikysymyspalstaan ei tullut yhtään kysymystä. Kysymyksiä oli tarkoitus tehdä koko oppilasryhmälle, ei vain opettajalle. Tämän voitiin olettaa johtuvan ainakin osaksi siitä, että liikkuminen oli vapaata ja oppilaat saattoivat kysyä apua suoraan muilta, mikä analysoitiin myös esitutkimussyklin oppituntien tallennevideoista. Kehittämispäätös seuraavaa tutkimussykliä varten oli se, että tulevan työskentelyn tueksi avataan enemmän tiedonrakentelukeskusteluita. Tätä varten kehitettiin ensimmäistä tutkimussykliä

varten kysymys- ja vinkkitiedonrakentelukeskustelu, johon kaikki oppilaat ja opettaja ohjatusti osallistuisivat. Lisäksi seuraavaan vaiheeseen projektin loppu-reflektointia varten päätettiin lisätä oppimisen tarkastelua tukeva keskustelu.

Kuvio 8 osoittaa oppilaiden aktiivisen kirjautumisen verkkoympäristöön raporttien kirjoittamisen aikana, kun he kirjoittivat ja lukivat ohjeita työskentelylleen sekä etsivät uutta tietoa. Fronterin antama tuki tuli esiin myös oppilashaastatteluissa. Kehittämispäätös seuraavaa kehittämissykliä varten oli se, että verkkoympäristöön sijoitetaan enemmän kontekstia ja työskentelyä tukevaa ohjeistusta ja tehdään sitä näkyvämmäksi.

Tutkivan oppimisen taitojen jakautumista tutkivan oppimisen osatekijöihin tarkasteltiin esitutkimuksen haastattelun perusteella. Tarkastelu osoitti, että kaikki tutkivan oppimisen teorian osa-alueet eivät esiintyneet esitutkimuksen oppimisprojektissa. Tarkennettujen ongelmien asettamiseen viittaavia mainintoja ei haastattelussa esiintynyt. Kehittämispäätös oli, että seuraavan tutkimussyklin verkkoympäristöön ja lähiohjaukseen tarvitaan enemmän tutkivan oppimisen vaiheita ja työtä tukevia elementtejä.

Edellä todettiin, että esitutkimuksen oppilasryhmien tutkimusraportit eivät olleet kovin laajoja, vaikka ne yhtä poikkeusta lukuun ottamatta vastasivat tärkeimpiin kysymyksiin. Esitutkimuksessa lähtötilanteena oli opettajan antama yksi yhteinen tutkimuskysymys. Tulosta tulkittiin siten, että yhdessä esitetyt jatkokysymykset aivoriihessä koettiin tutkimuksen pääkysymyksiksi, eikä tarkentavia kysymyksiä prosessissa noussut esiin. Opettajajohtoisesti vaihetta ei myöskään opittunneilla käsitelty. Nämä ovat vaikuttaneet siihen, että tarkentavista kysymyksistä ei noussut haastattelussa kommentteja. Tarkentavat kysymykset vaikuttavat opittavien asioiden syventämiseen ja sitä kautta myös raporttien monipuolisuuteen ja laajuuteen. Ryan ja Deci (2017) totesivat, että itsemääräytimisteorian mukaan itsenäisyystuen tarjoaminen oppijoille, esim. tarjoamalla mielekkäitä valintoja ja aloitekykyä rohkaisemalla, auttaa heitä ylläpitämään sisäistä motivaatiota, jolloin valitun aiheen kanssa työskentely on motivoivampaa kuin täysin kontrolloidussa oppimistilanteessa. Sisäinen motivaatio puolestaan parantaa oppimisen laatua. Ilomäki (2005) totesi tutkimuksensa päätelmissä, että vastaaminen itse tehtyihin kysymyksiin merkitsi sitä, että oppijoiden vastaukset eivät olleet vain sisäistymätöntä kopiointia. Oppilaiden oli hylättävä dualistinen tietokäsitys, jossa asiat nähdään mustavalkoisesti oikeana tai vääränä, totena tai epätotena. Kehittämispäätös oli, että koko tutkivan oppimisen prosessia on tuettava sen aikana ja erityisesti tutkimuskysymysten laatimisen tukea oli kehitettävä. Tutkija ja opettaja sopivat, että jatkossa oppilaat miettivät omat tutkimuskysymyksensä. Analyysin tuloksissa oli ennakkokäsitystä tukeva ajatus siitä, että tutkivan oppimisen mukainen mobiili ympäristö tuki oppimiselle ominaisia piirteitä, toimintatapoja ja taitoja. Voitiin todeta, että mobiili teknologia on käyttökelpoinen tutkivan oppimisen työskentelyssä ja oppilaat kokivat, että se antaa tukea.



Esitutkimuksen aikana havaittiin, että *keskustelukulttuuri* varioi ryhmissä oppimisprojektin aikana. Pedagogisena kehittämiskohteena päätettiin jatkaa ja syventää puhestrategioiden käytön ohjeistusta ensimmäisen varsinaisen tutkimus-  
syklin alussa.

### ***Lähiverkon testaaminen***

Esitutkimuksen kolmas tavoite oli *langattoman lähiverkon toiminnan ja kuormittamisen testaaminen*. Ensinnäkin koulun langaton verkko havaittiin kuormittavassa käytössä hitaaksi. Tavallisen tekstipohjaisen keskusteluviestin kirjautumisen verkkoympäristön keskustelualueelle saattoi kestää kaksi minuuttia. Toinen langattoman verkon ongelma oli se, että se ei pystynyt pitämään montaa käyttäjää verkossa yhtä aikaa, jolloin jotkut oppilaat kadottivat verkkoyhteyden sattumanvaraisesti. Tämä hidasti työskentelyä erityisesti, kun ryhmä kävi tiedonrakentelu-  
keskustelua oppimisympäristössä. Esitutkimuksen kokemusten perustella langattoman verkon ongelmat paljastuivat. Koulun tekninen tukihenkilö korjasi molemmat WLAN-tukiasemista johtuneet ongelmat ja verkko saatiin toimimaan pilotin jälkeen moitteettomasti.

Edellä kuvattujen osatavoitteiden tulosten ja niitä seuranneiden toimenpiteiden perusteella voitiin päätellä, että tutkimuksen verkkoympäristö, mobiili teknologia ja pedagoginen lähestymistapa olivat toimivia. Varsinaisiin kehittämis- ja tutkimussykleihin voitiin siten edetä.

### ***Kehittämisalueet ensimmäiseen tutkimussykliin***

Kehittämisen ratkaisut tarkentuivat esitutkimussyklin analyysin tulosten perusteella. Oppimisympäristön kehitystyö tutkimuksen ensimmäisessä varsinaisessa syklissä tarkentui kolmeen kehittämisalueeseen.

Ensimmäiseksi kehittämisalueeksi valittiin *verkkoympäristön digitaalisen käytön* parantaminen edelleen tablet-laitteelle paremmin sopivaksi. Uudelleen järjestetyn etusivutyökalun avulla voitiin työskentelyä havainnollistaa selvästi ja helpottaa liikkumista oppimisympäristössä linkkien avulla. Oppilaiden näkökulmasta etusivu rakennettiin selvemmin keskuspaikaksi, josta löytyivät ohjeet tunti-  
työskentelyyn ja linkit tarvittaviin kohteisiin. Etusivulle lisättiin myös linkit-työkalu, jonka avulla oppilaat pystyivät jakamaan hyviä linkkejä kaikille osallistujille. Tämä avattiin, koska mm. linkkien tekemiseen tarvittava html-ominaisuus ei tutkimusraporttien sivueditorissa ollut enää käytössä.

Toiseksi kehittämisalueeksi valittiin *tutkivan oppimisen tukeminen verkkoympäristössä*. Tähän vaikutti oppimisen piirteiden melko vähäinen esiintyminen esitutkimuksen haastattelun analyysissä. Tavoitteena oli tutkivan oppimisen ja ohjauksen integroiminen näkyvämmiin työskentelyyn. *Ensimmäinen ratkaisu* oli tutkivan oppimisen osa-alueiden kuvan ja tiiviin, vaiheisiin kohdistetun ohjaustekstin tuominen yksi kerrallaan näkyville verkkoympäristön etusivulle. Näin ohjattiin ja motivoitiin oppilaita siihen, että he tietävät ja hallitsevat sen, mitä vaihetta

omassa tutkivan oppimisen prosessissa kulloinkin käsiteltiin ja mitä työskentelyä vaihe edellyttää. *Toinen ratkaisu* pedagogisen tuelle oli se, että oppimisprojekti-huoneen kansiorakenne valmistettiin noudattamaan tutkivan oppimisen osa-alueita. *Kolmantena* verkkoympäristön tuen kehittämiskohteena olivat kontekstia ja työskentelyä tukevat ratkaisut. Verkkoympäristön etusivulle lisättiin valintakysymystehtävä aihepiiristä sekä kontekstikuva. *Neljäs ratkaisu* koski tiedonrakentelukeskusteluja. Haastatteluista ilmeni, että oman toiminnan säätelyyn, konkreettisten aineistojen käyttöön ja opitun selittämiseen uudessa tilanteessa liittyviä mainintoja ei tullut esiin oppilaiden haastatteluvastauksissa. Seuraavaa tutkimussykliä varten keskustelut sijoitettiin kunkin tutkivan oppimisen työskentelykansion sisään, jotta kunkin alueen keskustelu kiinnittyisi kyseiseen vaiheeseen ja olisi tarvittaessa helppo löytää tarkastelua varten. Tärkeä kysymys- ja vinkkitiedonrakentelukeskustelu sijoitettiin kuitenkin näkyvälle paikalle etusivulle.

Kolmanneksi kehittämisalueeksi määriteltiin tutkivan oppimisen *pedagogisen ohjaamisen kehittäminen* lähiopetuksessa. *Ensimmäinen ratkaisu* koski tutkivan oppimisen koko prosessin tukea ja esille nostamista. Ratkaisu oli, että oppilaiden kanssa käsiteltiin lähiopetuksessa tutkivan oppimisen osa-alueet sekä oppilaan ja opettajan tehtävät niissä. Pedagogisen ohjaamisen ratkaisuksi suunniteltiin myös verkko-oppijan profiilin käsittely työskentelyn alussa. Kaikki ohjaavat materiaalit päätettiin tallentaa verkkoympäristöön ja luoda niille linkit projektin etusivulle. *Toinen pedagogisen ohjaamisen ratkaisu* koski tutkimuskysymysten ja uusien kysymysten laadintaprosessin parantamista. Tarkasteltaessa haastatteluaineistoa tutkivan oppimisen näkökulmasta havaittiin, että siinä ei esiintynyt lainkaan tarkentaviin kysymyksiin liittyviä mainintoja. Tutkivan oppimisen onnistumiselle tarkentavien kysymysten asettaminen on oleellisia. Ratkaisu muodostui prosessiksi, jossa oppilaiden oli ensin osallistuttava verkossa kontekstikeskusteluun aihepiiristä, jotta he orientoituvat ja oppivat jo siinä vaiheessa toisiltaan aihealueesta. Seuraavana päätettiin tehdä aivoriihi ihmettelykysymyksistä. Ohjeistuksessa päätettiin muistuttaa hyvistä tutkimuskysymyksistä ja niitä sai kirjoittaa mahdollisimman monta. Prosessia kehitettiin myös siten, että aivoriihen tuotokset päätettiin purkaa lähiopetuksena yhteisöllisesti. Oppilaita ohjeistettiin nostamaan esiin tutkivan oppimisen näkökulmasta parhaimmat kysymykset eli ne joiden avulla saataisiin eniten tietoa. *Kolmas ratkaisu* oli puhestrategioiden käsitteleminen oppilaiden kanssa oppimisprojektin alussa. Puhestrategian ja kielen käytön merkitys päätettiin avata oppilaille seuraavan syklin alussa. Heille painotettiin, että keskustelukulttuurilla ja puhestrategioilla on merkitystä oman oppimisen ja ryhmän toiminnalle. Pyrittäessä toimimaan kuvatulla tavalla vuorovaikutusta itse asiasta tuli enemmän ja samalla tiedonrakentelu onnistuisi paremmin. Tähän kehittämis-kohtaan vaikutti myös se, että oman toiminnan säätelyä, konkreettisten aineistojen käyttämistä ja opitun selittämistä uudessa tilanteessa edustavia mainintoja tilanteessa ei noussut esiin oppilashaastattelun tuloksissa. Kyseisen kehittämistoimen ajateltiin myös auttavan näiden piirteiden lisääntymiseen seuraavassa syklissä.

*Neljäs pedagoginen ratkaisu* oli se, että toisen kehittämistehtävän viimeinen kohta päätettiin toteuttaa siten, että opettaja ja kaikki oppilaat osallistuisivat yhteiseen kysymys- ja vinkkitiedonrakenteluun samalla kerralla.

## 5.2 Ensimmäisen kehittämissyklin analyysin tulokset

### 5.2.1 Verkkoaineiston analyysin tulokset

#### ***Verkkoympäristön käyttö***

Oppilaiden kirjautumisia verkkoympäristöön koulun oppitunneilla ensimmäisessä tutkimussyklissä oli 290, mikä on 36,25 kertaa työskentelykertaa kohti. Keskimäärin oppilasta kohden oppimisympäristöön kirjauduttiin 19,3 kertaa oppimisprojektin aikana. Koulussa työskenneltiin kahdeksalla työskentelykerralla. Voitiin siis havaita, että huonekäyntien määrässä on merkittävä nousu esitutkimussyklin aktiivisuuteen verrattuna. Kaiken kaikkiaan ensimmäisen oppimisprojektin aikana verkkoympäristöön kirjauduttiin projektin kokonaiskeston aikana 378 kertaa. Lukuun sisältyivät myös tutkijan ja opettajan kirjautumiset. Yksittäisen kirjautumisen kesto aika olisi ollut myös tutkimukselle mielenkiintoinen tieto, mutta verkkoympäristö ei pystynyt tallentamaan näitä tietoja. Kirjautumisen määrät otettiin huomioon verkkoympäristön tuen ja käyttökelpoisuuden jatkokehittämisessä.

#### ***Verkkokeskustelut***

Taulukossa 22 esitetään kootusti keskustelutyökalun käyttö ensimmäisessä kehittämissyklissä. Keskustelutyökaluina käytettiin kahta Fronterin keskustelutyyppeä. Kaikissa muissa tapauksissa paitsi omien kysymysten tekemisen vaiheessa käytettiin keskustelua, jossa vastaukset ryhmittyvät säikeisiin uuden viestin alle. Omia ihmettelykysymyksiä kirjattiin aivoriihikeskustelussa, jota olivat tukeneet edeltävä kontekstikeskustelu ja opettajan ohjeistus.

**Taulukko 22.** Ensimmäisen kehittämissyklin verkkokeskustelut.

Keskustelupalstan tarkoitus	Viestien lukumäärä	Lukukerrat
Kontekstikeskustelu	16	90
Omien kysymysten tekemisen aivoriihi	34	171
Ensimmäinen oma selitys ja kriittinen arviointi	70	150
Rakentava palaute ja ehdotukset	23	115
Kysyminen ja neuvon antaminen	37	225
Projektin tarkastelu	15	91
Yhteensä	195	842

*Kontekstikeskustelun* viesteissä oli yhteensä 16 erilaista ehdotusta kohteista, joiden käyttöön tarvitaan sähköä. Kaikkiaan oppilaat kirjasivat näitä ehdotuksia yhteensä 47, mikä on keskiarvoisesti 3,6 ehdotusta oppilasta kohden, kun yksi oppilas oli tunnilta poissa. Ehdotukset jakaantuivat sisällöllisesti kolmeen kategori-  
aan. Ensinnäkin mainittiin kodin ja koulun sähkön käytön tarpeisiin liittyviä asi-  
oita, toiseksi erilaisten laitteiden käyttöön liittyviä asioita ja kolmanneksi, että  
sähköä tarvitaan myös energian itsensä tuottamiseen. Eniten mainittiin valo,  
lämpö ja elektroniset laitteet. Palstalle kirjoitettiin sähköstä myös kaksi lisäkysy-  
mystä, joihin ei kirjattu vastauksia.

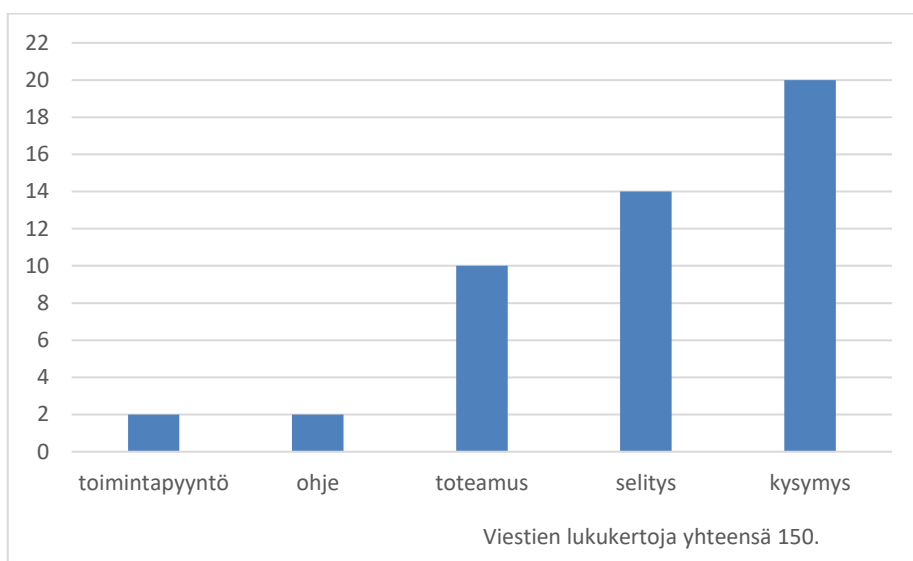
*Omien kysymysten tekemisen aivoriihi eli tutkimusongelmien asettaminen*  
tuotti kontekstin luomisen jälkeen 34 kysymystä. Tämä tekee keskiarvoisesti 2,6  
kysymystä osallistunutta oppilasta kohden, mikä on hieman enemmän kuin esitut-  
kimuksen oppimisprojektissa. Oppilaiden tuottamat tutkimuskysymykset voitiin  
jakaa viiteen eri kategoriaan. Eniten kysymyksiä tehtiin sähkön *tuottamiseen ja*  
*siirtämiseen* liittyvissä aiheissa. Näitä kysymyksiä oli seitsemän ja 12 eli yhteensä  
19. Sähkön *ominaisuuksiin* liittyviä kysymyksiä tehtiin kahdeksan. Ihmisen *säh-*  
*könkäytön tarpeisiin* liittyviä kysymyksiä oli viisi ja *sähkön historiaan keksintönä*  
liittyi kaksi kysymystä. Kysymyksissä käytettiin yhteensä kahdeksaa eri kysymys-  
sanaa. Tehtävänannossa jaettiin esimerkit hyvistä tutkimuskysymyksistä, joita oli-  
vat kuinka, miksi ja miten. Näillä kysymyssanoilla alkoi suurin osa kysymyksistä,  
yhteensä 79 % kaikista kysymyksistä. Miten-alkuisia kysymyksiä oli lähes puolet.  
Lopulliset kysymykset tutkimusryhmille päätettiin yhteisöllisessä prosessissa,  
mikä on kuvattu edellä luvussa 4.8. Sähkön käytön historiaan liittyviä kysymyksiä  
ei yhteisessä pohdinnassa otettu mukaan oppimisprojektiin.

*Ensimmäisen oma selitys ja kriittinen arviointi* -keskusteluun kirjoitettiin 13  
omaa selitystä uutena, viestiketjun aloittavana viestinä. Palauteviestejä annettiin  
57, joista 44 oli oppilaiden ja 13 tutkijan vastausviestiä. Kaikkien keskusteluun  
osallistuneiden vastausviestien keskiarvo on 4,1. Kun vähennetään tutkijan lähet-  
tämät viestit, on oppilaiden lähettämien viestien keskiarvo 3,4. Jokainen oppilas  
sai keskimäärin 4,4 vastausviestiä omaan selitykseensä. Kaksi oppilasta ei osal-  
listunut tähän keskusteluun poissaolon vuoksi. Tutkija oli mukana antamassa pa-  
lautetta kriittisessä keskustelussa. Hän kirjoitti oppilaille 13 viestiä, jotka sisälsi-  
vät yhteensä 28 eri merkitystä. Ohjauskysymyksiä oli 14 eli tasan puolet anne-  
tuista merkityksistä. Toimintaohjeita oli seitsemän eli neljännes merkityksistä.  
Kannustavia merkityksiä oli viisi ja tietoa-antavia sisältöjä kaksi. Tämä keskus-  
telu käytiin yhden oppitunnin aikana.

Kuviosta 9 nähdään oppimisprojektin *oma selitys ja kriittinen arviointi* -kes-  
kustelun tiedonrakenteluviesteihin kirjoitetut *merkitykset* ja niiden lukumäärät.  
Kaaviosta nähdään, että oppilaat suosivat tarkentavien kysymysten esittämistä toi-  
silleen. Näitä oli kaikista viesteissä esiintyneistä merkityksistä yhteensä 20, suh-

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

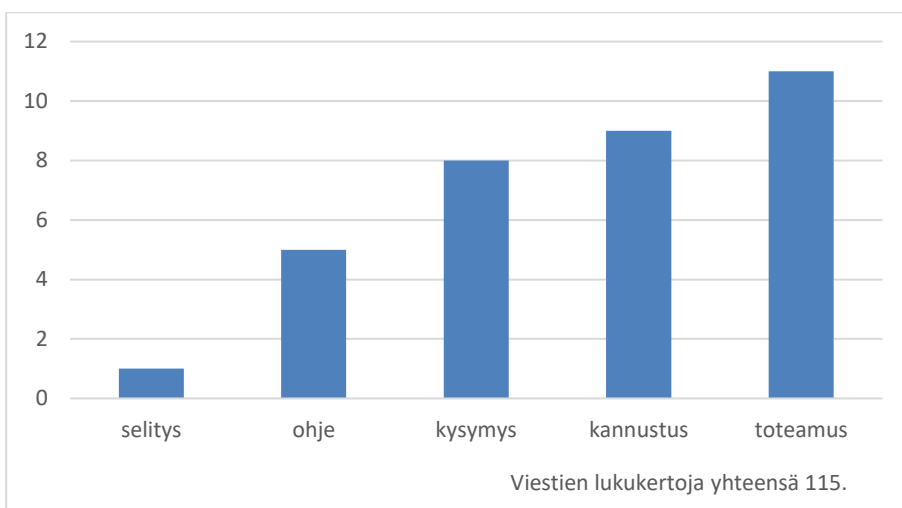
teellisesti 41,6 %. Toiseksi eniten viesteissä oli selityksiä omaan työskentelyteoriaan eli omaan ensimmäiseen selitykseen liittyen, kun vertaisoppilaat esittivät kysymyksiä. Onkin huomioitavaa, että nämä kaksi tyyppiä edustavat yli 70 % kaikista viestien merkityksistä. Kun lukuun lisätään kolmanneksi suurin merkitystekijä eli toteamus, on näiden kolmen merkityksen yhteinen osuus yli 90 %. Merkityksiä oppilasta kohden viesteissä oli keskimäärin tasan neljä. Näissä analysoiduissa viesteissä on siis kyse omien selitysten kriittisestä arvioinnista. Analyysin perusteella oppilaat näyttivät ymmärtävän kyseisen tutkivan oppimisen vaiheen tiedonrakentelun merkityksen. Viesteissä ei esiintynyt yhtään viestiä, joka ei olisi liittynyt tehtävänantoon. Kannustuksia sisältäneitä viestejä ei tässä keskustelussa oppilaiden viesteissä esiintynyt. Keskustelupalsta näytti merkitykselliseltä, sillä lukukertoja oli keskimäärin yli kymmenen oppilasta kohden.



Kuvio 9. Ensimmäisen tutkimuszyklin oppimisprojektin oppilaiden oma selitys ja kriittinen arviointi -tiedonrakentelukeskustelun viesteissä esiintyvät merkitykset ja niiden lukumäärät ja lukukertojen yhteismäärä.

*Rakentava palaute ja ehdotukset* -keskustelu oli kotitehtävä, jossa annettiin palautetta muille ryhmille aloitetuista raporteista. Keskusteluun tallennettiin yhteensä 23 viestiä. Keskusteluketjujen aloitusviestejä oli 13 ja niihin lähetettiin kymmenen vastausta, joista tutkija kirjoitti kolme. Tutkijan viesteissä oli neljä ohjetta tai neuvoa ja yksi kannustava kommentti. Kaksi oppilasta ei osallistunut keskusteluun poissaolojen vuoksi. Lukukertojen keskiarvoinen määrä oppilasta kohden oli noin kymmenen. Tämä viittasi annetun palautteen hyödyntämiseen oman työn edistämisessä kohti parempia selityksiä.

Kuviossa 10 nähdään *rakentava palaute ja ehdotukset* -keskustelun tiedonrakenteluviestin *merkitykset* ja niiden lukumäärät sekä suhteelliset osuudet. Oppilaiden lähettämässä viesteissä oli yhteensä 34 merkitystä, keskimäärin 2,6 merkitystä yhdessä viestissä. Tulokset näyttivät, että tässä vaiheessa työskentelyä kannustavia ja toteavia viestejä oli suhteellisesti enemmän kuin prosessin alkuvaiheessa. Tarkentavien kysymysten määrä oli 23,5 %, mikä oli edelleen merkittävä osa viesteistä. Tulos kertoi, että työskentelyn tässä vaiheessa annettujen ohjeiden osuus kasvoi yli kymmenen prosenttia. Ohjeita annettiin alussa vain neljä prosenttia viesteistä, kun pidempien raporttitekstien lukemisen jälkeen annetussa rakentavassa palautteessa niitä oli 14,7 %. Tutkija lähetti keskusteluun kaksi työskentelyä ohjaavaa viestiä.



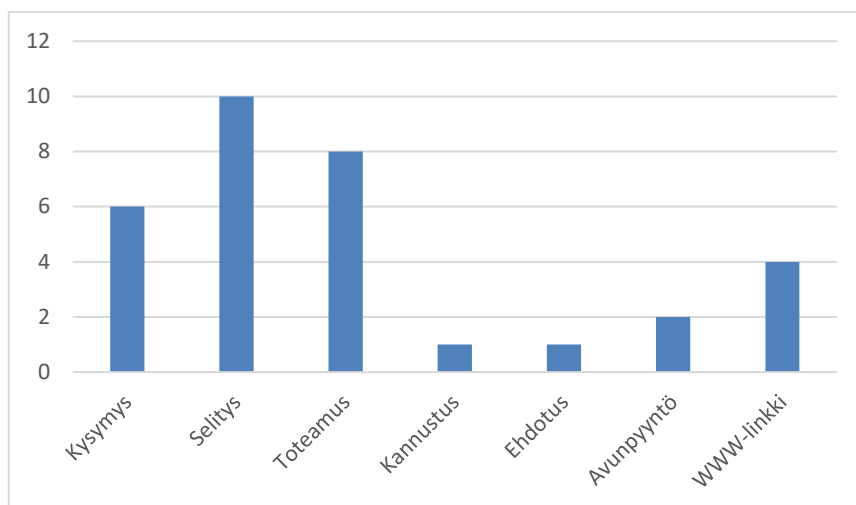
Kuvio 10. Ensimmäisen tutkimuszyklin oppimisprojektin oppilaiden kysyminen ja neuvon antaminen -tiedonrakentelukeskustelun viesteissä esiintyvät merkitykset ja niiden lukumäärät.

*Kysyminen ja neuvon antaminen* -Keskusteluun kertyi yhteensä 37 viestiä, 13 uutta ja 24 vastausviestiä (kuvio 10). Kolme oppilasta ei osallistunut keskusteluun. Tutkija lähetti keskusteluun viisi vastausviestiä, jotka sisälsivät yhteensä kymmenen merkitystä. Nämä sisälsivät neljä ohjetta, kolme kysymystä, kaksi kannustusta ja linkin Astel-sivuston sähköä ja magnetismia käsittelevään osioon.

Kuviosta 11 voidaan havaita, että oppilaat kirjottivat oppilastovereilleen eniten selityksiä. Niitä oli yhteensä 31 % kaikista viestimerkityksistä. Kysymyksiä esitettiin tässä keskustelussa toiseksi eniten. Linkkejä annettiin kaikkiaan viisi. Keskustelun profiili oli tehtävänannon pedagogisen ajatuksen mukainen eli oppijat auttoivat toisiaan ja esittivät heitä askarruttavia kysymyksiä. Toteavia merkityksiä oli verrattain paljon, 25 %. Kuitenkin myös suoria kysymyksiä esitettiin runsaasti, sillä lähes viidennes merkityksistä oli kysymyksiä. Tässä keskustelussa py-

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

rittiin ratkaisemaan ongelmia selittämällä asioita ja jakamalla tietolähteitä. Tulokset osoittivat, että oppimistehtäväksi kaikille annettu tukipalsta tuotti monipuolisesti sisältöä työskentelyn tueksi. Havainto oli, että keskustelu ja tiedonrakentamisen synnyttäminen ilman opettajan tukea oli hankalaa, eikä sitä syntynyt verkkoympäristöön itsestään. Keskustelu antoi lukumäärienkin valossa tukea opiskelulle. Palstalle kertyi kaikista keskusteluista selvästi eniten lukukertoja, keskimäärin noin 16 oppilasta kohden. Näyttää siltä, että oppilaat hyödynsivät keskustelua ja palasivat työn edetessä usein tarkistamaan saamaansa palautetta keskustelupalstalta.



Kuvio 11. Ensimmäisen tutkimussyklin oppimisprojektin kysyminen ja neuvon antaminen -tiedonrakentelukeskustelun viesteissä esiintyvät merkitykset ja niiden lukumäärät.

Kehittämissyklin loppuun toteutettiin oppimisprojektia refleктоiva tehtävä keskustelutyökalulla. Tehtävän nimi oli Projektin tarkastelu. 86 % oppilaista mainitsi, että tiedon etsiminen ja hankkiminen onnistuivat hyvin. Oppilaat saivat myös antaa tähtiä projektin onnistumiselle. Tähtien keskiarvo oli 4,25, kun maksimi oli viisi.

### **Tutkimusraportit**

Taulukossa 23 näkyvät ensimmäisen kehittämissyklin viiden oppilasryhmän raporttien sisältöä kuvaavat tiedot. Oppilasryhmien raporttien kirjoittaminen toteutettiin oppimisympäristön Fronter-asiakirjatyökalulla. Aineiston analyysistä voitiin huomata, että ryhmien tavat raportoida erosivat toisistaan. Raporteissa käytettiin hieman laajemmin tablet-laitteen tuomia mahdollisuuksia kuin esitutkimuksessa, vaikka ryhmät eivät itsenäisesti kyenneet kovin monipuolisesti hyödyntämään laitteen tarjoumia. Esimerkiksi saatavilla ollutta käsitekarttaohjelmaa ei

käytetty, vaikka sitä käytettiin esitutkimuksen töissä. Neljä ryhmää käytti videoita rikastuttamaan raporttejaan. Oppilaiden omia videoita oli neljä kappaletta ja yksi linkattu video.

**Taulukko 23.** Mediaelementit ja selvitetty kysymykset ensimmäisen kehittämissyklin raporteissa.

	sanat	teksti-kappaleet	tekstissä selvitetty kysymykset	kuvat	video
Ryhmä 1	2486	44	22	3	2
Ryhmä 2	177	6	6	1	1
Ryhmä 3	119	7	6	-	1
Ryhmä 4	417	8	12	6	1
Ryhmä 5	34	2	2	-	-
yhteensä	3233	67	48	10	5

Tulokset osoittivat myös ryhmien erilaisen aktiivisuuden. Yksi ryhmä työskenteli tehokkaasti tuottaen pitkän tekstin ja käytti mediaelementtejä. Ääripäässä yksi ryhmä tuotti vastauksen kahden kysymyksen selvittämiseen puhtaasti tekstin avulla. Tämän ryhmän oman toiminnan ohjauksessa paljastui puutteita, kuten oppilashaastattelujen analyysistä ilmenee. Lisäksi ryhmän tekstistä otettiin pois suoraan verkosta kopioituja tekstikappaleita, mikä selittää ryhmän tekstin suppeutta. Tekstien pituudet ja käytettyjen tekstikappaleiden määrät kasvoivat esitutkimuksen raportteihin verrattuna, lukuun ottamatta yhtä ryhmää. Nimettyjä tietolähteitä teksteissä oli kuusi, mutta vain yksi ryhmä merkitsi käyttämänsä lähteet työnsä raporttiin.

## 5.2.2 Oppilashaastatteluiden analyysin tulokset

### ***Oppimisen piirteet***

Oppilaat kertoivat haastattelussa avoimesti kokemuksistaan ja työtavoistaan. Taulukossa 24 esitetään haastatteluissa esiintyneet *oppimisen piirteiden* ilmiön analyysin tulokset. Viisi piirrettä sai melko saman verran mainintoja. Konkreettisten aineistojen käyttöä ja opitun selittämistä uudessa tilanteessa edustavat maininnat esiintyivät selvästi muita vähemmän. Näiden piirteiden alhainen määrä muihin verrattuna saattoi heijastaa niiden toteuttamisen haasteellisuutta käytännössä.



## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

**Taulukko 24.** Ensimmäisen kehittämissyklin haastattelussa esiintyneet oppimisen piirteet, niiden frekvenssit ja suhteellinen osuus.

Oppimisen piirteet	f	%
Aktiivinen osallistuminen	25	15
Tavoitteellisesti toimiminen	31	18
Löydetyn tiedon tarkastelu	31	18
Konkreettisten aineistojen käyttö	6	4
Oman toiminnan säätely	34	20
Opitun selittäminen uudessa tilanteessa	7	4
Ryhmässä toimiminen	38	22
yhteensä	172	100

Tuloksissa *oppimisen piirteiden* aineistoesimerkit havainnollistavat sisältöjä. Ryhmässä toimimista kuvaavat ilmaisut näkyvät näissä esimerkeissä:

*A14: ”No aina, kun meille tuli uusi juttu selvitettäväksi, niin me sitten sovittiin, että kuka sitä tietoa hakee ja joku pani sitten ne jutut ylös, ja sitten osa voi kokeilla sitä samaan aikaan, jos siihen voi tehdä jotain.”*

*A01: ”Me katsottiin toisten tabletilta ja kyseltiin toiselta, että onko sinulla tämä sama juttu, vai katsonko minä sen. Sitten saatettiin vaihtaa tablettia ja katsoin sen muistiinpanot läpi ja se katsoi minun.”*

Seuraavat lainaukset ovat esimerkkejä siitä, miten oppilaat kuvasivat oman toiminnan säätelyä. Jälkimmäinen lainaus on työskentelyn aikaisesta tilanteesta, jossa oppilas antoi esimerkin oman toiminnan säätelystä, jotta hän pystyi selittämään tutkimuskysymystään.

*A13: ”Jotenkin silleen, että tajuaa että mitä on oppinut.”*

*A02: ”Esimerkiksi siinä lähteen valitsemisessa, millä perusteella se valitaan, siinä käytettiin, niin.”*

Seuraava aineistonäyte on esimerkki oppilaan aktiivisuudesta oman ongelmansa selvittämisessä.

*A07: ”Joo, A01:lla, A12:lla ja A11:lla oli, siellä oli, vaikka niillä oli eri aihe, niin ne oli kirjoittanut kumminkin jotakin samasta aiheesta kuin meillä oli, niin siitä sai sellaista, että tosta meidänkin pitää etsiä lisää tietoa.”*

Seuraava esimerkki ilmaisee löydetyn tiedon tarkastelua edustavaa toimintaa.

*A14: ”Tuli aika paljonkin lisää. Minä ainakin kävin kattoon, mitkä aineet siinä tota oli, että mitä ainetta siinä pitää olla, että se johtaa sähköä. Niin mä laitoin sen tonne ylös.”*

Ryhmiä työskentelyssä tuli eteen pulmatilanteita, joita piti ratkaista, että työskentely pystyisi jatkumaan. Seuraavassa esimerkeissä puhutaan uuden tiedon löytymisestä. Esimerkkipari kuvaa oppilasryhmän toiminnassa tavoitteellisen oppimisen luonnetta, kun oppilastoveri jatkaa toisen esittämää ajatusta.

*A04: ”Koitimme etsiä eri nettisivuilta, jos tuli joku pulma.”*

*A14: ” ja koetimme kokeilla ja ratkaista sen itse ”.*

Oppilaiden toiminta näytti jakaantuvan analyysin perusteella varsin laajasti ja melko tasaisesti. Huomionarvoista on oman toiminnan säätelyyn viittaavien mainintojen suuri esiintyminen tässä kehittämissyklissä, sillä esitutkimuksen aineistossa niitä ei esiintynyt lainkaan. Se voi heijastella kehittämistoimien vaikutusta työskentelyyn. Aineistoesimerkkien kautta välittyy selvä ryhmän yhteisen työskentelyn tematiikka ja toisaalta yksittäisen oppijan vastuu ja ratkaisut ryhmän työn hyväksi.

### ***Tutkivan oppimisen taidot***

*Tutkivan oppimisen taidoiksi* nimetyssä ilmiössä oli seitsemän analyysiluokkaa (taulukko 25). Tiedon jakamista kuvaavia mainintoja oli haastatteluissa selvästi enemmän kuin esitutkimuksen haastattelussa. Kirjoittamisen ja jäsentämisen ilmaisuja oli suhteellisesti saman verran kuin esitutkimuksessa.

**Taulukko 25.** Ensimmäisen kehittämissyklin haastattelussa esiintyneet tutkivan oppimisen taidot, niiden frekvenssit ja suhteellinen osuus.

Tutkivan oppimisen taidot	f	%
Argumentointi	4	3
Kirjoittaminen, Jäsentäminen	14	12
Kokeilu	5	4
Kysyminen	12	10
Lähteiden käyttäminen	36	31
Tiedonjakaminen	16	14
Yhteistyö	28	24
yhteensä	115	100

Seuraavat esimerkit kertovat lähteiden käyttämiseen liittyvistä maininnoista.

*A13: "No, me etittiin tosi pitkään ja viimein se tieto löyty jostakin sivustosta."*

*AT02: "Netistä haettiin (lähteitä), ainakin neljä oli. Kirjoista ja fyken kirja. Linkki Astel, jonka annoit."*

*AP10: " Onnistuin tiedon etsinnässä."*

Yhteistyöstä kertovat maininnat oli toiseksi suurin ryhmä tähän ilmiöön liittyvissä maininnoissa. Esimerkissä oppilas kertoo ryhmänsä yhteistyötä havainnollistavaa toimintaa.

*A12: Me keskusteltiin välillä ja joskus me kirjoitettiin. Et mä tai A11 olimme vaan silleen, että A12, hae sä vaikka vesivoimalan kuva ja A01 kirjota sä aurinkopaneelista, niin mä kirjoitan tän vielä loppuun ja sit mä etsin jotain toista.*

Kysymiseen liittyvät maininnat ilmensivät ihmettelykysymysten ja syventävien kysymysten tekemistä. Kysymysten tekemisen tärkeää tehtävää työskentelyssä havainnollistavat seuraavat näytteet.

*A07: "Siinä saa ylipäättään enemmän tietoa ja sitten siihen tietoon syventyy paljon paremmin. Siitä tietää sitten paljon enemmän, kun että suoraan vaan kirjoittaa jotain sinne. Vaan pitää tutustua siihen aiheeseen."*

*A15: "Tuli tarkennuksia, pääjuttukin pysyi siinä koko ajan."*

*A12: "Ensin me kirjoitettiin jotain sähköön liittyviä kysymyksiä. Sitten me kysyttiin omia kysymyksiä."*

Tutkivan oppimisen taitojen esiintymisessä oli huomionarvoista lähteiden käytön ja yhteistyön monet maininnat. Työskentely nojasi näihin toimiin. Kirjoittaminen, kysyminen ja tiedonjakaminen esiintyivät säännöllisesti aineistossa. Näiden viiden analyysiluokan esiintyminen heijasteli oppilaiden sisältäneet työtavoissaan tutkivalle työtavalle tyypillistä toimintaa. Toisaalta voitiin havaita, että muita tutkivaan oppimiseen kuuluvia taitoja esiintyi vähän. Kaksi oppilasryhmää teki työnsä aikana kokeiluja ja kolme ryhmää etsi vastauksia tutkimuskysymyksiinsä kulttuurisista lähteistä. Kokeiluja rajoitti tutkimuskysymysten sisältö, sillä osista kysymyksistä ryhmät eivät keksineet koeasetelmaa. Kokeilutoiminta vaati myös opettajan lähiohjausta. Toisaalta yksi oppilasryhmä valitsi tutkimuskysymykset erityisesti sillä perusteella, että he pystyivät toteuttamaan sähköön liittyviä kokeiluja ja tutkimaan valitsemiensa materiaalien sähkönjohtokykyä.

## ***Mobiilin teknologian tuomat edut tutkivan oppimisen työskentelylle***

Taulukossa 26 esitetään maininnat mobiilin teknologian tuomat edut tutkivan oppimisen työskentelyssä.

**Taulukko 26.** Mobiilin teknologian tuomat edut tutkivan oppimisen opiskelussa opiskelijoiden mainitsemina.

<b>Teknologian tuomat edut</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Motivoivuus	19	19
Nopeus, Liikuteltavuus, Kätevyys	21	21
Opiskelun helpottaminen	27	27
Oppilas subjektina	15	15
Oppimisympäristön joustavuus	19	19
yhteensä	101	100

Laitteen nopeus, liikuteltavuus ja kätevyys työskentelyssä varsinkin verrattuna pöytätietokoneisiin tuli vahvasti esiin tämän aineiston analyysissä. Seuraavat aineistoesimerkit kuvaavat tilannetta.

*A07: Joo on tää auttanu ja kun tää on niin paljon nopeempaa, niin pääsee nopeemmin ettimään tietoa ja saa nopeemmin sen lopputuloksen ja sitten jääkin enemmän aikaa.*

*A13: Saatiin nopeasti tietoa, ei tarvitse mennä tietokoneluokkaan, sai nopeasti tietoja ja pystyi laittamaan muistiinpanoja.*

*Mobiilin teknologian tuomat edut tutkivan oppimisen työskentelyssä -ilmiö sisältää oppimisympäristön joustavuutta ilmaisevia seikkoja, josta kertoo seuraava esimerkki.*

*A07: ”Kun se on niin pieni, niin sen kanssa voi todellakin mennä lähelle sitä paria, eikä esim. ole sellaista ongelmaa, että pitää käydä kävelemässä esim. jos on tietokoneluokassa parin luokse toiselle puolen luokkaa tai että pitää huutaa, että minkälaista tietoa olet saanut, että siinä voi vaan näyttää, että no entäs tämä, onko tämä hyvä?”*

Tuloksissa ilmeni oppilaiden kiinnostus ja motivaatio tutkivan oppimisen työskentelyyn liikuteltavien laitteiden kanssa. Työskentelyn motivoivuus käy ilmi seuraavissa aineistonäytteissä.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

*A13: ”Niin ja sitten ja se itse kirjoittaminen oli kivaa ja tietojen etsiminen jutsiinsa!”*

*A02: ”Tämä oli kivaa ja vois aloittaa alusta!”*

Oppilaiden kokemukset omista löydöistä, oman työn tärkeydestä, joko oma-kohtaisesti tai ryhmässä, ilmaisivat oppilaan asemaa työskentelyssä. Tätä edustavat maininnat koodattiin oppilas subjektina -analyysiluokkaan, josta ovat seuraavat esimerkit.

*A14: ”Oli hauska kokeilla itse miten eri materiaalit johtavat sähköä. Itse päätimme kokeilumateriaalit.”*

*A12: ”Niin sen yhden, niin mä löysin sen itse sen sieltä netistä ennen kuin mä olin edes huomannut et sä olit laittanut sen sinne, niin sitten mä innostuin heti, kun siellä oli vielä kaikki nimet.”*

Analyysin tulos kertoi, että laitteen nopeuteen, liikuteltavuuteen ja kätevyYTEEN liittyvät maininnat olivat selvästi esillä ja kuvasivat oppilaiden kokemuksia laitteen hyödyistä työskentelyssä. Oppilaat kokivat verkkoympäristön toimivaksi laitteella. Laitteen käyttönopeus vapautti aikaa oppilaille suunniteltuun opiskelurytmiin nähden ja antoi mahdollisuuden muullekin toiminnalle. Kokemukset mobiiliin teknologian tuomista eduista tutkivan oppimisen työskentelyyn, opiskelun helpottumisesta ja joustavasta oppimisympäristöstä vertautuvat pöytätietokoneympäristössä työskentelyyn. Analyysin perusteella näytti siltä, että analyysiluokat edustivat eri tavoin mobiiliin teknologian tuomaa tukea. Huomionarvoista on, että, tuki ei ilmennyt vain laitteen teknisenä ilmiönä, vaan se vaikutti myös oppilaan kokemuksiin oman opiskelun ja oppimisen omistajana, motivaatioon työskennellä sekä kokemuksiin oppimisympäristöstä. Oppilaiden kokemusten mukaan näytti siltä, että mobiili teknologia voi tuoda laaja-alaista tukea opiskeluun ja oppimiseen.

### **Haasteet**

Haastattelun analyysissä oppilaiden vastauksissa löytyi myös erilaisia *haasteita*, jotka vaikuttivat työskentelyyn. Haasteet jakautuivat haasteisiin työskentelyssä ja laitteen teknisiin ongelmiin. Mainintoja oli yhteensä 26 kappaletta, joista 22 mainintaa eli 85% liittyi haasteisiin työskentelyssä.

Yksi merkittävä haaste työskentelyssä joillekin ryhmille oli työskentelyn alussa, kun uuden tiedonlöytämässä oli vaikeuksia. Näitä ilmaisuja löytyi aineistosta kahdeksan kappaletta. Tämä näkyy seuraavissa esimerkeissä.

*A11: ”Ja sitten tiedonhaussa, kun meillä oli alussa ongelmia ja me ei löydetty melkein mitään.”*

*A01: ”Joo. Aluksi minä en ainakaan meinannut keksiä millään niitä hakusanoja, millä hakisi.”*

*A05: ”Haastavinta oli tiedon etsiminen.”*

Työskentelyyn liittyvä haaste oman toiminnan ohjauksesta korostui yhden ryhmän työskentelyssä. Mainintoja oli yhdeksän kertaa, joista kahdeksan osui saman ryhmän haastatteluun. Ryhmän työskentelyä kuvasi yhteisen suunnittelun ja tavoitteiden puuttuminen. Vapaan työskentelyn aikana ryhmän työskentelystä puuttuivat syventävien kysymysten tekeminen ja toisaalta myös oli tekstien suoraa kopiointia. Työskentelyyn liittyvä käyttötaidon puute, esimerkiksi mediaelementin liittämiseen raporttiin, oli esillä viisi kertaa. Laitteen toimintaan liittyviä teknisiä haasteita oli neljä kappaletta, jotka liittyivät kaikki ohjelmistopuutoksiin.

### 5.2.3 Opettajahaastattelun analyysin tulokset

#### ***Tutkivan oppimisen työskentelyn kehittäminen***

Opettajahaastattelussa *tutkivan oppimisen työskentelyn kehittämiseen* liittyvän ilmiön maininnat käsittelivät kolmea pääteemaa: tutkivan oppimisen ohjaaminen, opiskelun ohjaaminen ja mobiilin teknologian käyttäminen.

*Tutkivan oppimisen ohjaamisen pääteemassa* maininnat liittyivät tarkentaviin kysymyksiin ohjaamiseen ja keskusteluun ohjaamiseen. Nämä ilmensivät oleellisesti opettajan näkökulmaa tutkivan oppimisen työskentelyyn.

Aineistoesimerkissä näkyy opettajan rooli ohjaamisessa ja oppilaiden rohkaisuudessa.

*Opettaja: ”Niin, ehkä sellaisen aktiivisen ohjaamisen parantaminen olisi kanssa, mikä koskee niin kuin meitä. Ja sitten oppilaiden rohkaiseminen enemmän siihen, että puhukaa, kysykää.”*

*Opiskelun ohjaamiseen* eli pedagogisiin ratkaisuihin liittyivät pariryhmän käyttäminen, tehtävien osittaminen ja virikkeen käyttäminen teknologian hyödyntämisessä. Seuraavissa esimerkeissä ensimmäinen näyte kertoo tutkivan oppimisen työskentelyn ohjaamisen liittyvästä havainnosta. Toinen esimerkki liittyy oppilaiden raporttitekstien ohjaamisen liittyvän tarpeen.

*Opettaja: ”Elikä voisi ehkä auttaa jakaa sitä (tutkivaa oppimisen ohjeistusta) vielä pienempiin palasiin, sitä tehtävänantoa.”*

*Opettaja: ”Oppilaille ei ehkä herää se, että ehkä tämä meidän vastaus on liian suppea. Sillä (pienempiin palasiin ohjeistamalla) saisi enemmän aikaiseksi.”*

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

Opettaja kertoi haastattelussa oppilasryhmien kokoon ja dynamiikkaan sekä ryhmässä käytävä keskusteluun liittyvistä havainnoistaan. Asiasta kertoo seuraava esimerkki.

*Opettaja: ”Kyllähän se (kolmen oppilaan ryhmätyö) onnistui joissakin ryhmissä, mutta ehkä voisi olla parempi tehdä pienemmissä yksiköissä. Voisi kuvitella pääsääntöisesti, että kahdella jäsenellä pysyisi paremmin aiheessa.”*

Seuraava esimerkki esittää opettajan näkemyksen pariryhmästä ja keskustelukulttuurin kehittymisestä.

*Opettaja: ”Parina (työskentely) tuntuisi vähän kivemmalta. Siinä saattaisi tulla paremmin tämä keskusteleva oppiminen ja tämä enemmän esiin, koska parina voi yhdessä miettiä.”*

Opettajan mielestä tarkentaviin kysymyksiin ohjaaminen oli tärkeää ja opettajan aktiivisella roolilla oli siinä merkitystä. Voitiin havaita, että oppilaiden oli joskus vaikea hahmottaa käsittelyssä olevaa vaihetta tutkivan oppimisen työskentelyssä tai miten työtä tulisi jatkaa. Ilmeni myös, että oppilaat eivät aina havaitse tekstiensä riittävyttä vastauksena kysymykseen. Tulkinnasta seurasi päätelmä, että työskentelyn selvempi vaiheistaminen ja ohjeistuksen jakaminen pienempiin vaiheisiin voisi auttaa oppilailta. Opettajan mielestä työskentely kolmen jäsenen ryhmässä voi hajottaa keskustelua tai työskentelyä, jolloin tavoitteellinen työ kärssi. Tällöin on myös vaara, että kolmas jäsen jää ulkopuoliseksi keskusteluissa.

### ***Mobiilin tutkivan oppimisen oppimisympäristön tuoma tuki***

Ilmiössä mobiilin tutkivan oppimisen oppimisympäristön työskentelylle tuoma tuki opettajan maininnat liittyivät ongelmalähtöisyyteen, oppilaaseen toimijana ja työskentelyn motivoivuuteen.

Ongelmalähtöisyys näkyy seuraavassa aineistoesimerkissä:

*Opettaja: ”Tietyllä tavalla tutkivassa oppimisessa on just se paras juttu, että kun itse löytää jonkun jutun ja tulee se ahaa-elämys, että löytää sen, että tähän onkin tätä, tämä on hieno juttu.”*

Opettaja kertoo tutkivan työskentelyn perusasetelmasta mobiilissa oppimisympäristössä seuraavassa esimerkissä.

*Opettaja: ”Mun mielestä ideana on hyvä, tällainen tutkivan oppimisen juttu. Tämä Ipad tekeminen, mikä mahdollistaa tämmöistä on tosi hyvä.”*

Seuraava aineistoesimerkki kertoo oppilaan asemasta tutkivan oppimisen työskentelyssä aktiivisena toimijana.

*Opettaja: ”Siinä oli nähtävissä monista oppilaista oikein se innostus, että kun löysi jonkun jutun. Kun oli aihe, vaikka miten sähköä tuotetaan, niin kun oppilas löysi, että ydinvoimasta saadaan sähköä: – Ai ydinvoimasta tulee sähköä! Tämä oli esimerkiksi kerran minkä koin, että tuli sellainen riemastuminen: sitten seurasivat tuulivoima, vesivoima.”*

Ensimmäisessä opettajahaastattelussa ongelmalähtöisyyttä ja oppilaan roolia aktiivisena toimijana edustavia mainintoja oli eniten. Lisäksi maininnoissa oli opettajan kokemuksia työtavan motivoivuudesta oppilaan näkökulmasta. Motivoivuus ilmeni oppilaiden innostuksena opettajan havainnoissa. Opettajahaastattelussa oli ilmaisia verkkoympäristön tuesta työskentelylle. Verkkoympäristöön rakennetut ohjaus- ja tehtävätoiminnot rytmittivät työskentelyä. Ongelmalähtöisyys tutkivan oppimisen työskentelyssä tuki analyysin tulosten mukaan oppimisen edellytysten syntymistä ja iloa, kun oppilas havaitsi oppineensa uuden asian tai yhteyden. Opettaja piti tutkivaa asetelmaa eli ongelmalähtöisyyttä ja siihen yhdistyvää liikuteltavaa laitetta hyvänä pedagogisena ajatuksena. Haastattelussa ilmeni oppilaan aseman tärkeys oman oppimisensa rakentajana tutkivan oppimisen työskentelyssä.

### **Haasteet**

*Haasteita* ilmentävien mainintojen analyysin tulokset jakautuivat ensimmäisen kehittämissyklin haastattelun analyysissä kahteen osaan: laitteen houkuttelevuus muuhun toimintaan ja oppilaiden ohjaustarpeiden suuret erot.

Aineistoesimerkki kertoo itsenäisen työskentelyn tilanteesta.

*Opettaja: ”Mut haasteena on toki just se, että miten esim. oppilaat, kun saa vapaasti toimia iPadilla, miten he jaksaa keskittyä aiheeseen.”*

Seuraava aineistoesimerkki kuvaa tarvetta ohjata oppilaiden työskentelyä eteenpäin.

*Opettaja: ”Ehkä tota, kun oli joku tehtävä, joka oli annettu tunnille ja oppilaat lähtivät sitä tekemään, niin jotkut kokivat, että tehtävä on niin nopeasti tehty esim. Mistä sähköä saadaan? - No ydinvoimaloista ja tuulivoimaloista. Sitten alkoi ihmettely, että mitä me nyt tehdään?”*

Liikuteltavan laitteen tuoma vapaus ja houkuttelevuus muuhun laitteen käyttöön havaittiin haastattelun analyysissä. Laitteen käytön nopeus itse opiskelutyös-



kentelyssä vapautti ylimääräistä aikaa. Ylimääräinen aika puolestaan vei oppilaiden huomiota helposti toisaalle. Keskittymien omaan toimintaan saattoi myös häiriintyä, koska tablet-laitteella on nopea siirtyä sovelluksesta toiseen ja se oli uutena välineenä kovin kiinnostavia ja houkuttelevia. Opettajan kokemus viittasi myös siihen, että ohjaamisen tarve lisääntyi työskentelyn edetessä. Päätelmä oli, että oppilaita lähempänä tapahtuva ohjaustyö auttaa heitä suuntaamaan vapautunutta aikaa opiskeluun. Toisaalta oppilaiden ohjaamisen tarpeiden suuret erot loivat haasteen opettajan työskentelylle. Itsenäisen työn vaihe voi olla monien syiden vuoksi vaikeaa, jolloin lähiohjaamista tarvitaan paljon.

## **5.2.4 Kehittämisaalueet - ensimmäisen kehittämissyklin analyysin tulosten yhteenveto ja vaikutus seuraavan syklin suunnitteluun**

### ***Verkkoympäristön ja mobiilin laitteen tekninen käyttö***

*Verkkoympäristön ja mobiilin laitteen teknisen käytön kehittäminen* nousi ensimmäiseksi kehittämisaalueeksi tarkasteltaessa analyysin tuloksia. Alueen syntymiseen vaikuttivat verkkoaineistosta oppilasryhmien raporttien tulokset sekä oppilas- ja opettajahaastattelun aineiston analyysissä esiintyneet haasteiden ja tuen tarvetta edustaneet ilmaisut. Ensinnäkin laitteen tarjoamia mahdollisuuksia tuottaa monipuolisia raportteja käytettiin melko rajallisesti. Raporteissa käytettiin kahta mediaelementtiä tekstin lisäksi. Näitä olivat itse tehdyt tai lainatut videot sekä lainatut tai itse kuvatut valokuvat. Oppilashaastatteluiden tuloksista ilmeni, että käyttötaidon puute esti joidenkin sovellusten hyödyntämisen raportissa. Tämä vaikutti myös alueen kehittämiseen. Oppimisen piirteiden ilmiössä konkreettisten aineistojen käyttöä edustavia mainintoja oli verrattain vähän. Tämä otettiin huomioon kehittämistyössä, sillä kontekstuaalisuutta voidaan verkkoympäristössä parantaa sopivilla sovelluksilla ja materiaaleilla, kuten Nevgi ja Tirri (2003) esittivät. Opettajan kokemusten perusteella kehitettiin laitteen houkuttelevuuteen liittyviä kohtia ja virikkeen näyttämisen tarpeellisuutta. Laitteen käytön kehittäminen ja mahdollisuuksien avaaminen nähtiin myös perusteeksi tälle kehittämiskohteelle, koska sillä tavoin oppilaita voitiin ohjata ja opettaa käyttämään laitetta oman opiskelun hyväksi. Näin oppilaille ei syntyisi tarvetta siirtyä pois tehtävästä, koska oppilaalla olisi pystyvyyden tunne laitteen hyödyntämiseksi omassa työssään. Toiseksi verkkoympäristön hallintaan liittyi opettajan käsitys siitä, että verkkoympäristö tuki oppilaan opiskelua. Verkkoympäristöön kirjautumisen oppilas-kohtainen keskiarvo viittasi myös verkkoympäristön antamaan tukeen opiskelussa.

Ensimmäiseen kehittämisaalueeseen määriteltiin edellä kuvattujen analyysien tulosten perusteella kaksi kehittämiskohdetta. Ensimmäinen kohde oli *oppilastöiden rikastaminen* tutkivan oppimisen raporteissa. Seuraavan oppimisprojektin alussa päätettiin kerrata tablet-laitteen perustoimintoja ja esitellään uusia sovel-

luksia. Käyttökokemusten ja uusien sovellusten jakaminen seuraavan oppimisprojektin alussa nähtiin tärkeäksi, koska laite oli useimmille oppilaille uusi tekninen väline. Toiseksi *verkkoympäristön teknistä käyttökelpoisuutta* kehitettiin seuraavaan sykliin siten, että ympäristön etusivulle tallennettiin suorat linkit oppimista tukeviin resursseihin kuten tutkivan oppimisen työtapaan, projektin arviointiin, ulkopuolisiin työkaluihin ja resursseihin (kuva 4).

### ***Tutkivan oppimisen tukeminen verkkoympäristössä***

Toinen kehittämiskohde oli *tutkivan oppimisen tuki verkkoympäristössä*. Aineistojen analyysien perusteella valittiin kolme kehittämiskohdetta. Opettajahaastattelun perusteella oppilaat käsittelivät mobiilissa ympäristössä jotkut oppimistehtävät nopeasti, minkä jälkeen jäi ylimääräistä aikaa ja oma toiminta saattoi häiriintyä ja suuntautua pois opiskelusta. Oppituntivideot tukivat havaintoa. Tätä tuki yhtä lailla oppilaiden kertomat kokemukset, että laite oli kätevä ja nopea käyttää (taulukko 26). Oppilashaastatteluissa viitattiin myös ajankäytön muuttumiseen vapaammaksi ensimmäisen projektin aikana. Ensimmäiseksi kehittämiskohdaksi määriteltiin *työskentelyn ja ohjeistuksen rytmittäminen*. Ratkaisu oli rytmittää ja ohjeistaa työskentely siten, että tutkivan oppimisen osa-alueiden nopeampi yhteisöllinen käsittely mahdollistaa keskeytymättömän työskentelyn.

Toinen kehittämiskohde oli oppilaiden *aktiivisen työn sekä tavoitteellisuuden tukeminen ja tiedostaminen* projektin aikana. Kehittämistoimia kohdistettiin seuraavassa syklissä myös työskentelyn aloitukseen, jotta oppilaiden omat tehtävät, työskentelytavat ja arviointikriteerit olisivat mahdollisimman selkeitä. Oppilasryhmien tutkimusraporttien tuloksista havaittiin, että oli tarve tavoitteellistaa työskentelyä, koska yhden ryhmän tuotos oli vaatimaton muihin ryhmiin verrattuna (taulukko 24). Opiskelun ohjaamisesta analyysi osoitti, että oppilaiden on joskus vaikea hahmottaa käsittelyssä olevaa tutkivan oppimisen vaihetta tai miten työtä tulisi jatkaa. Ratkaisu oli, että seuraavaan projektin arviointikriteerien on syytä olla linjassa tutkivan oppimisen työskentelyn ja tavoitteiden kanssa, jotta ne tukisivat Longan (2015) esittämällä tavalla kiinnostuksen syvenemistä. Tämä sisällytti kuvauksen siitä, mitä oppilaiden tuli tehdä arvioinnin näkökulmasta. Arviointikriteerit päätettiin käsitellä yhteisesti projektin alussa ja lisätä verkkoympäristöön seurattavaksi.

Kolmantena kehittämiskohteena oli ensimmäisessä tutkimussyklissä kehitetty *verkkoympäristön rakenne* tutkivan oppimisen osa-alueiden mukaisten kansiodien luomiseksi verkkoon. Oppilaat ja opettaja kokivat, että verkkoympäristö tuki työskentelyä. Koska ratkaisu näytti tulosten valossa onnistuneelta, päätettiin käyttää samaa kansiorakennetta toisessa tutkimussyklissä. Uusina ratkaisuinä tehtiin kolme muutosta. Verkkoympäristön tukea tutkivan oppimisen työskentelylle lisättiin asettamalla etusivulle kaksi kontekstiin liittyvää verkkotehtävää oppilaille. Toiseksi projektin aikana ohjaustekstit laitettiin verkkoympäristön etusivulle il-

man tutkivan oppimisen vaiheen kuvaa. Tutkivan oppimisen pedagoginen tuki oppilaille ajateltiin tulevan kansiorakenteen ja tehtävien avulla. Ratkaisu oli, että etusivua karsittiin ja keskityttiin tarkempiin tuntikohtaisiin ohjeisiin. Kolmantena ratkaisuna etusivulle laitettiin näkyviin Lähteet-kansio, johon lisättiin linkkejä eri resursseihin työskentelyn aikana.

### ***Pedagoginen ohjaaminen lähiopetuksessa***

Kolmanneksi kehittämisalueeksi aineiston perusteella päätettiin tutkivan oppimisen *pedagogisen ohjaamisen kehittäminen lähiopetuksessa*. Kehittämiskohteita muodostui kolme kappaletta. Opettajahaastattelun maininnoista paljastui, että laitteen nopeuden tuoman vapautuneen ajan käyttö ei oppilaille kaikissa tapauksissa suuntautunut itse projektiin, vaan laitteen muiden tarjoumien tutkimiseen ja käyttämiseen. Kehittämiseen liittyvien mainintojen analyysissä havaittiin oppilaiden ohjaamisen tarve, keskusteluun ohjaaminen ja ohjaamisen lisäämisen tarve. Keskustelun käyttö tiedonrakentelua edistävässä keskustelukulttuurissa havaittiin vaativan rohkaisua. Analyysi näytti, että ohjausta on tehostettava ja sen on oltava lähempänä oppilaita. Ohjaamisen tarpeet ensimmäisen projektin aikana sekä opituntivideoiden tarkastelu tukivat käsitystä, että ensimmäisen osa-alueen kehittämISRatkaisu oli antaa enemmän *suullista ohjausta lähiopetuksessa*. Päätelmä oli, että oppilaita lähempänä tapahtuva ohjaustyö auttaa heitä suuntaamaan vapautunutta aikaa opiskeluun. Oppimisprojektin raportit osoittivat ryhmien erilaisen aktiivisuuden. Ryhmien dynamiikkaa edustavat ilmaisut osoittivat, että pienempi ryhmä olisi aktiivisempi. Ratkaisuna oli siirtyä pariryhmätyöskentelyyn seuraavassa kehittämissyklissä.

Toisena osa-alueena kehitettiin *tiedonrakentamisen kulttuuria*, sekä verkossa tapahtuvan että suullisen keskustelun hyödyntämistä. Verkkoympäristön tukipalstan käyttö osoitti, että se sisälsi seitsemän eri tyyppistä vastausta, kuten esimerkiksi linkkejä (kuvio 11). Oppilaat suosivat tarkentavien kysymysten esittämistä toisilleen. Niitä oli kaikista viesteissä esiintyneistä merkityksistä yli 40 %. Opettajan haastattelussa tuli esiin myös kolmen oppilaan ryhmien dynamiikan haasteellisuus. Havaittua ilmiötä tukivat myös luokkahuonevideot, jotka paljastivat, että yksi ryhmä saattoi työskennellä hajallaan toisistaan ennen kuin opettaja ohjeisti heitä lähempään kanssakäymiseen. Ratkaisuja päätettiin tehdä kolme. Ensimmäkin perustettiin tuki- ja kysymyspalsta myös viimeistä oppimisprojektia varten. Toiseksi luotiin seuraavaan tutkimusprojektiin kahden oppilaan ryhmät, jotka muodostettiin opettajan pedagogisen näkemyksen perusteella siten, että ne mahdollistaisivat paremmin oppimista tukevat keskustelut. Kolmas ratkaisu oli, että keskustelukulttuuria ja puhestrategioita käsitellään yhteisöllisesti ennen seuraavan projektin alkua.

Kolmas alue pedagogisessa ohjaamisen kehittämisessä oli laitteen käytön *luovien ratkaisujen tukeminen*. Oppilashaastatteluiden analyysin perusteella tähän oli

hyviä valmiuksia. Oppilaat kokivat laitteen käytön ja työtavan motivoivaksi. Aineistossa oli oman onnistumisen kokemusten ilmaisuja. Oppilaat mainitsivat opitun siirtovaikutusta kuvaavia mainintoja haastatteluissa vähän. Tiedon jakaminen oli haastatteluissa esillä, mutta vain seitsemäsosassa kaikista analysoiduista ilmaisuista. Kaksi viimeksi mainittua vaikuttivat alueen kehittämiskäytäntöön. Verkkoaineiston analyysissä oppilaiden tutkimusraporttien rikastuttamisen kehittäminen vaikutti myös tähän kehittämisalueeseen. Ratkaisuna seuraavaan projektiin tultaessa nähtiin se, että oppijoita rohkaistaan omiin luoviin ratkaisuihin prosessin aikana tiedon etsinnän ja esittämisen ja sen jakamiseen liittyvissä asioissa.

### ***Tutkimuskysymysten asettaminen tutkivan oppimisen työskentelyssä***

Neljäs kehittämisalue oli *tutkivan oppimisen kysymysten asettamisen vaiheen ja tarkentavien kysymysten tekemisen kehittäminen*. Verkkokeskusteluiden analyysin tuloksista ilmeni, että oppilaat tekivät vain kahdesta kolmeen tutkimuskysymystä ensimmäisen kehittämisprojektin ihmettelykysymysten vaiheessa. Opettaja-haastattelun analyysi puolestaan paljasti, että tarkentaviin kysymyksiin ohjaaminen on tärkeää. Tätä tuki myös verkkoaineiston omien selitysten ja kriittisen arvioinnin keskustelun sisältö, jossa oppilaat suosivat tarkentavien kysymysten esittämistä toisilleen. Tässä keskustelussa oli myös eniten viestejä projektin keskusteluista. Analyysiluokka kysyminen edusti kymmenesosaa koko tutkivan oppimisen taitoja ilmentävistä maininnoista. Opettajan aktiivisella ohjaajan roolilla oli kysymysten ohjaamisessa merkitystä. Opettaja-haastattelun perusteella myös virikkeiden käyttäminen tuki työskentelyä.

Ensimmäinen kehittämiskohteeksi määriteltiin edellä mainittujen tulosten valossa oppilaiden *tutkimuskysymysten syventäminen*. Laadukkaiden kysymysten esittäminen tutkivan oppimisen prosessin alussa on koko työskentelyn onnistumiselle ensiarvoisen tärkeää. Vaikka oppilaiden tuottamat kysymykset olivat ensimmäisessä kehittämissyklissä tutkivan oppimiselle hyödyllisiä, päätettiin tähän tärkeään osa-alueeseen tehdä kehitystyötä, jotta oppimisprojektin alussa tulisi enemmän laadukkaita kysymyksiä koko oppilasryhmän käyttöön. Toinen tausta-ajatus juuri tämän vaiheen kehittämiseksi on se, että usein opettajan kokevat juuri tutkimuskysymysten tekemisen opiskelijoiden kanssa haastavaksi. Yhtenä taustalla vaikuttavana pelkona opettajien keskuudessa on, että oppilaiden tuottamat tutkimuskysymykset eivät olisi opetussuunnitelman sisältöjen kanssa linjassa. Ratkaisu tutkimuskysymysten herättelemiseksi oli käyttää enemmän ja monipuolisemmin oppimateriaalia kontekstin luomisen vaiheessa ennen ihmettelykysymysten tekemistä. Nämä materiaalit käsiteltiin yhteisenä luokkatyöskentelynä.

Hyvän *tutkimuskysymyksen piirteiden käsittely* oppilaiden kanssa oli toinen kehittämiskohde. Ensimmäisenä ratkaisuna kysymysten tekoa päätettiin rikastaa siten, että työskentelyn alussa tutkivan oppimisen syklin kuvan avulla selitettiin oppilaille aiheen, tutkimusongelman ja tarkentavien kysymysten välistä suhdetta.

Kohdetta lähestyttiin myös Hartikaisen (2007) tutkimuksen valossa, jossa oli ilmennyt, että oppijoiden oli vaikea hahmottaa tätä suhdetta. Oppilaat saivat kysyä asiasta. Toinen ratkaisu oli, että kysymysten tekemisen tehtävänannossa päätettiin kertoa hyvistä tutkimuskysymyksistä.

Kolmas kehittämiskohde oli *ohjaaminen syventyvien kysymysten* tekemiseen. Tähän vaikutti myös opettajan näkemys, jonka mukaan pedagoginen ajatus syventävien kysymysten tekemisestä ymmärtämisen parantamiseksi auttoi oppilaita huomaamaan oppimiaan uusia asioita ja tuki heidän jatkuvaa työskentelyään.

## 5.3 Toisen kehittämissyklin analyysin tulokset

### 5.3.1 Verkkoaineiston analyysin tulokset

#### *Verkkoympäristön käyttö*

Toisen kehittämissyklin oppituntien aikana verkkoympäristöön kirjaututtiin yhteisillä työskentelykerroilla 150 kertaa, mikä on keskimäärin 21,4 kertaa työskentelykertaa kohden. Tämä on samaa tasoa kuin pilottiprojektin ympäristöön kirjautumisissa, jolloin keskiarvo oli 21,6. Koulun oppitunneilla työskenneltiin yhteisesti seitsemän kertaa eli yhden yhteisen kerran vähemmän kuin edeltäneissä oppimisprojekteissa, koska sovittuun työpäivään osui kalenterissa arkipyhä. Huonekäyntien määrä siis laski edellisestä oppimisprojektista esitutkimuksen kirjautumismäärän tuntumaan, mutta luvut eivät ole vertailukelpoisia, koska tässä oppimisprojektissa oli yksi kaksoistunti vähemmän. Tämän kompensoimiseksi oppilasryhmät työskentelivät joustavasti muilla tunneilla opettajan määrittelemissä rajoissa, joista ei ole tarkkoja tietoja. Kaikki kirjautumiset lukien toisen oppimisprojektin verkkoympäristöön kirjaututtiin 206 kertaa, mikä on keskiarvoisesti 12,9 kertaa osallistujaa kohden.

#### *Verkkokeskustelut*

Taulukossa 27 esitetään kootusti toisessa kehittämissyklissä toteutetun oppimisprojektin verkkokeskustelujen analyysitulokset. Tukikysymysten tekemisen ja neuvon antamisen avoimeen keskustelupalstaan ei lähetetty viestejä.

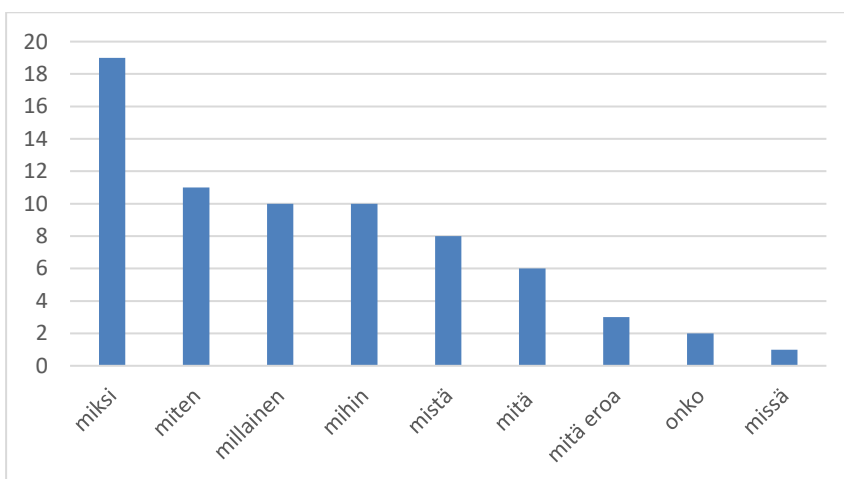
**Taulukko 27.** Toisen kehittämissyklin oppimisprojektin verkkokeskustelut.

Keskustelupalstan tarkoitus	Viestien lukumäärä	Lukukerrat
Kontekstikeskustelu	13	57
Omien kysymysten tekemisen avoriihi	70	107
Ensimmäinen oma selitys ja kriittinen arviointi	40	148
yhteensä	123	312

Toisen tutkimussyklin Aineet ympärillämme oppimisprojektin *kontekstikeskustelussa* pyydettiin havaintoja ja ajatuksia yhteisen kontekstin luomisen vaiheen jälkeen. Viestejä lähetettiin 13 kappaletta, joihin kirjattiin 30 eri havaintoa tai ajatusta, keskiarvoisesti 2,7 oppilasta kohti. Viestien sisältö tuotti viisi eri kategoriaa. Eniten kirjattiin raaka-aineisiin ja kaivoksiin liittyneitä huomioita, yhteensä seitsemän kappaletta. Muut huomiot liittyivät energianlähteisiin, malmin jalostamiseen ja maankuoreen liittyviin asioihin. Viestien määrään vaikutti se, että keskusteluun osallistui vain 11 oppilasta, koska neljä oppilasta oli poissa koulusta vaiheen käsittelyn aikana.

*Omien kysymysten tekemisen aivoriihi* -keskustelussa tehtiin keskimärin 6,4 kysymystä osallistunutta oppilasta kohden. Alkuperäisistä oppilaiden laatimista ihmettelykysymyksistä jäi oppilasparien tutkittavaksi 17 kysymystä aivoriihen jälkeen eli jokaiselle parille valittiin kaksi tai kolme kysymystä. Ratkaisu johtui siitä, että kysymykset olivat laadukkaita ja mahdollistivat syvenevän tiedon etsinnän. Ihmettelykysymysten sisältö jakaantui kuuteen eri kategoriaan. Eniten haluttiin selvittää eri raaka-aineiden koostumusta, 27 kysymyksessä. Aineiden käyttökohteisiin liittyviä kysymyksiä oli 24. Loput kysymykset sisälsivät raaka-aineiden saatavuuteen, niiden tarvitsemiseen ja tuottamiseen liittyviä asioita.

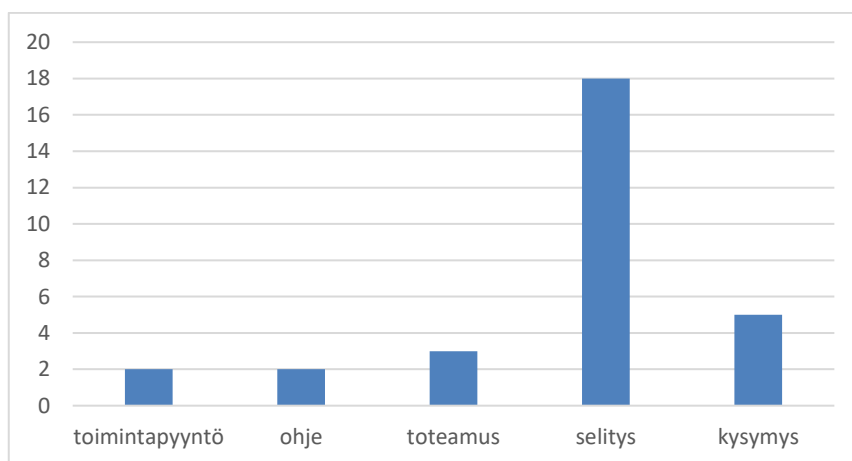
Omien kysymysten tekemisen tehtävänannossa muistutettiin oppilaita hyvistä kysymyssanoista. Tehtävänannossa mainitut kysymyssanat olivat miksi, miten ja millainen, joiden avulla on mahdollista saada riittävästi tietoa omiin kysymyksiin vastaamiseksi. Kuviosta 12 havaitaan, että näillä kysymyssanoilla alkoi yhteensä 41 kysymystä. Kysymyssanaa miksi käytettiin selvästi eniten auttamaan tutkimuksessa eteenpäin. Määrä on 59 % kaikista kysymyksistä. Kaikkiaan eri kysymysmuotoja oli yhdeksän.



Kuvio 12. Kysymyssanojen esiintyminen oppilaiden tutkimuskysymysten aivoriihessä toisen kehittämissyklin oppimisprojektissa.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

*Ensimmäinen oma selitys ja kriittinen arviointi* -tiedonrakentelukeskustelussa kirjoitettiin 21 omaa uutta viestiketjun aloittavaa (kuvio 13). Palauteviestejä kirjoitettiin 19, joista 11 oli oppilaiden ja kahdeksan tutkijan vastausviestiä. Kaikkien keskusteluun osallistuneiden vastausviestien keskiarvo on 2,7. Jokainen oppilas sai keskimäärin kaksi vastausviestiä omaan selitykseensä. Yksi oppilas ei osallistunut tähän keskusteluun poissaolon vuoksi. Keskustelu käytiin yhden oppitunnin aikana ja siihen kirjoitettiin kotona yksi uusi selitys.



Kuvio 13. Toisen kehittämissyklin oppilaiden omien selitysten ja kriittisen arvioinnin keskustelun sisällöt.

Tutkija oli mukana antamassa palautetta em. keskustelussa. Hän kirjoitti opettajan kanssa oppilaille 9 viestiä, jotka sisälsivät yhteensä 30 eri merkitystä. Jokaisessa viestissä oli vähintään kaksi merkitystä, keskimäärin 3,3 merkitystä kutakin viestiä kohden. Ohjauskysymyksiä, neuvoja ja kannustavaa palautetta oli kirjoitettu jokaista kuusi kappaletta, jolloin jokaisen osuus oli 21 % merkityksistä.

Toisen syklin oppimisprojektissa tarjottiin oppilaille vapaaehtoista, koko ajan avoinna ollutta yhteistä tukikysymyskeskustelua. Palstalle ei tallennettu yhtään tukipyyntöä tai kysymystä toisen tutkimussyklin oppimisprojektissa.

### ***Tutkimusraportit***

Taulukossa 28 näkyvät toisen kehittämissyklin seitsemän oppilasryhmän tutkimusraporttien sisällöt. Taulukon tietojen perusteella havaitaan, että raporteissa käytettiin laajemmin tablet-laitteen tuomia mahdollisuuksia rikastaa raportteja kuin edellisessä tutkimussyklissä, jossa käytettiin vain kahta elementtiä tekstin tukena. Ryhmät käyttivät keskimäärin 3,6 mediaelementtiä raportissaan. Tässä syklissä yksikään ryhmä ei jättänyt käyttämättä mahdollisuutta selventää vastaustaan jollakin mediaelementillä.

Oppilasryhmien tutkimusraportit kirjoitettiin verkkoympäristön Fronter-asia-kirjalla. Tekstien pituudet olivat keskimäärin 248 sanaa ryhmää kohden. Itse asetettuja kysymyksiä oli 14 enemmän kuin ensimmäisen tutkimusryhmän oppimisprojektissa. Käsitekartan avulla selitettiin lähes kolmasosa ryhmän kysymyksistä. Kaikki seitsemän ryhmää nimesivät käyttämänsä lähteet raportin loppuun.

**Taulukko 28.** Mediaelementit ja selvitetty kysymykset toisen kehittämissyklin raporteissa.

	sanat	selvitetyt kysymykset tekstissä	selvitetyt kysymykset käsitekartta	selvitettyjä kysymyksiä yhteensä	kuvat	ShowMe	Video
Ryhmä 1	489	12	9	21	7	1	1
Ryhmä 2	225	7	-	7	1	1	-
Ryhmä 3	160	6	-	6	1	1	1
Ryhmä 4	133	5	3	8	1	-	-
Ryhmä 5	90	1	4	5	2	-	-
Ryhmä 6	198	7	4	11	-	-	-
Ryhmä 7	445	4	-	4	1	-	-
yhteensä	1740	46	20	62	13	3	2

### 5.3.2 Oppilashaastatteluiden analyysin tulokset

#### *Oppimisen piirteet*

Taulukossa 29 esitetään haastatteluissa esiintyneet *oppimisen piirteiden* analyysin tulokset.

**Taulukko 29.** Oppimisen piirteiden esiintyminen toisen kehittämissyklin oppilasryhmien haastatteluissa.

Analyysiluokka	f	%
Aktiivinen osallistuminen	62	21
Tavoitteellisesti toimiminen	46	15
Löydetyn tiedon tarkastelu	42	14
Konkreettisten aineistojen käyttö	22	7
Oman toiminnan säätely	64	21
Opitun selittäminen uudessa tilanteessa	8	3
Ryhmässä toimiminen	55	18
yhteensä	299	100



## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

Analyysiluokkaan aktiivinen osallistuminen koodattiin noin viidenneksi ilmaisuista. Seuraava aineistonäyte kuvaa aktiivisuuden esiintymistä työskentelyssä.

*A08: ”Siis kerrottiin toiselle ja jos siellä oli jokin hyvä sivu, niin mentiin itsekin katsomaan. Me jaettiin ne jutut, että mitä toinen etsii ja mitä toinen etsii. Sitten jos löysi jotain hyvää, niin meni vain kertomaan toiselle. Ja siitä sitten voi itse etsiä helpommin.”*

Seuraava aineistoesimerkki kuvaa oman toiminnan säätelyä.

*A01: ”Ensin käytän niitä apukysymyksiä ja etsin sitten netistä sitä tietoa. Sitten kun löydän sen jutun mitä ajattelen, niin sitten vielä mietin mikä voisi olla hyvä perustelu tai mikä voisi olla totta ja ehkä löydän netistä apua tai sitten mä itse älyän sen jotenkin.”*

Seuraavassa esimerkissä on näyte löydetyn tiedon tarkastelusta, jossa oppija kuvaa omaa tiedonrakenteluaan.

*A12: ”Ja sitten kun etsii tietoa yhdestä paikasta, tulee vähän tietoa. Ja toisesta paikasta tulee vähän tietoa, niin alkaa muistaa, että hei, siellä toisessa paikassahan oli näin ja sä yhdistät niitä. Kun sä etsit monesta paikasta, sä muistat sen todella helposti.”*

Ryhmässä toimiminen ja löydetyn tiedon tarkastelu esiintyvät seuraavassa esimerkissä.

*A02: ”Me näytimme mistä olemme hakeneet, ja vaikka jotain kuvaa mikä voisi olla hyvä siihen ja tietoa siihen. Ja näytimme mitä olimme kirjoittaneet.”*

Oman toiminnan säätely oli kolmannessakin kehittämissyklissä edustettuna suurella osuudella koodatuista oppimisen piirteistä. Näyttäisi siltä, että tutkivan työtavan työskentelyssä oman toiminnan säätely ja aktiivinen työskentely ovat oleellisia piirteitä. Aineistoesimerkit puoltavat käsitystä, että ryhmässä toimimiseen liittyi usein löydetyn tiedon tarkastelua. Samassa tilanteessa mahdollistuvaa opitun selittämistä uudessa tilanteessa ei ole haastatteluaineiston perusteella kuitenkaan osattu hyödyntää. Tämä kohta vaatisi tuonnempana kehittämistoimia. Aineistoesimerkkien perusteella näyttäisi siltä, että löydetty tieto aktivoi oppijoita toimimaan oman tavoitteen suuntaisesti.

### **Tutkivan oppimisen taidot**

Tutkivan oppimisen taitoja kuvaavan ilmiön mainintoja oli analyysin tuloksissa lähes sama määrä kuin ensimmäisessä kehittämissyklissä (taulukko 30).

**Taulukko 30.** Tutkivan oppimisen taitojen esiintyminen toisen tutkimusryhmien oppilasryhmien haastatteluissa.

Analyyysiluokka	f	%
Argumentointi	7	4
Kirjoittaminen, Jäsentäminen	55	31
Kokeilu	0	0
Kysyminen	18	10
Lähteiden käyttäminen	30	17
Tiedonjakaminen	29	16
Yhteistyö	39	22
yhteensä	178	100

Seuraavat aineistoesimerkit kertovat tutkimuskysymysten teon vaiheesta.

*A07: ”Sitten siitä aiheesta keksii, kun oli monta vaihtoehtoa mistä keksiä. Kun siinä alussa oli niitä sanoja esim. miten ja millainen. Kun siinä oli niitä apusanoja, kun esim. siinä oli niistä kuiduista, kalkista, timanteista, raudasta ja kullastakin siitä oli helppo keksiä. Esim. että jos on miten, niin että miten timantteja valmistetaan? Tai näin, siitä on todella helppo keksiä kysymyksiä.”*

Toisessa esimerkissä tulee esiin virikemateriaalin rooli ja tärkeys kysymysten tekemisen virittämiseksi.

*A08: ”Siitä videosta tuli aika paljon kysymyksiä. Ihan muuten vaan mitä tulee päähän, kun on jotain tiennyt aikaisemmin, niin nyt tulee kysymyksiä.”*

Seuraava näyte kertoo miten oppilaat toimivat miettiessään perusteluilta omalle ensimmäiselle selitykselleen. Näyte valottaa myös yhteistyötä ryhmän sisällä.

*A04: ”Ensiksi mietittiin, että miten tämä vois, kun me ajateltiin siitä hiilestä, että olisiko se oikeasti näin esimerkiksi, että hiiltä löytyy kaivoksista ja näin. Sitten me etsittiin tietoa ja sitten me kerrottiin toisillemme, että mitä oltiin löydetty ja siinä keskusteltiin mikä niistä voisi oikeasti olla totta ja sitten me katsottiin olisiko se totta ja näin.”*

Seuraavassa esimerkissä oppilas kertoo parin kanssa tapahtuneesta tiedon jakamisesta.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

A01: *"Me katsottiin toisten tabletilta ja kyseltiin toiselta, että onko sinulla tämä sama juttu, vai katsonko minä sen. Sitten saatettiin vaihtaa tablettia ja katsoin sen muistiinpanot läpi ja se katsoi minun."*

Seuraavassa on kaksi yhteistyön tekemiseen liittyvää aineistoesimerkkiä.

A10: *"No, että kaikilla on se (laite) siinä, niin sä voit puhua ja näin. Hiilestä ja siitä, että miten me etsitään tietoa."*

A09: *"Me puhuttiin."*

Tutkivan oppimisen taitojen esiintymisessä kirjoitustaito on oleellinen. Se liittyy myös lähteiden käyttämiseen ja tiedon jakamiseen. Yhteistyön tekemiseen liittyvät ilmaisut olivat usein keskustelua löydetystä tiedosta ja sopimista. Argumentointiin viittaavia ilmaisuja esiintyi ryhmien haastattelussa vähän. Mobiili laite oli mukana maininnoissa. Syventävien kysymysten tai työskentelyyn liittyviä kysymyksiä esitettiin verkkoympäristössä, jolloin opettajan rooli oli rakentaa keskusteluryhmä niitä varten. Aineistossa oli esimerkkejä, jotka kertoivat oppilaan kyvystä ottaa huomioon kontekstin muodostamisen vaiheessa esiin nousseita aihealueen termejä ja yhdistää niitä tutkimuskysymysten muodostamiseen. Tämä havainto tuki kontekstin luomisen merkitystä hyvien ihmettelukysymysten keksimisessä.

### ***Mobiilin teknologian tuomat edut***

Taulukossa 31 esitetään *mobiilin teknologian tuomat edut tutkivan oppimisen työskentelyssä* -ilmiön analyysiluokkien frekvenssit ja suhteelliset osuudet.

**Taulukko 31.** Mobiilin teknologiaan tuomien etujen esiintyminen toisen tutkimusryhmien haastatteluissa.

Analyysiluokka	f	%
Motivoivuus	26	13
Nopeus, Liikuteltavuus, Kätevyys	57	28
Opiskelun helpottaminen	50	25
Oppilas subjektina	24	12
Oppimisympäristön joustavuus	46	23
yhteensä	203	100

Oppilaiden vastauksissa viitattiin laitteen käyttönopeuteen, liikuteltavuuteen ja kätevyys useinkin samanaikaisesti, kuten aineistoesimerkistä ilmenee.

*A14: ”Juuri se liikkuvuus ja kaikki, että sen voi avata vain nostamalla kansi ylös. Ja kaikki tällaiset ohjelmat.”*

Haastatteluissa oli mainintoja laitteen tuomasta tuesta opiskelun helpottamiseksi.

*A07: ”Ja kun siinä on niitä erilaisia ohjelmia, niin voi aina laittaa muistiin ja sinne saa paljon helpommin. Kun me tehdään tutkivaa oppimista, niin siitä tehdään yleensä jonkinlainen esitys, tai riippuu vähän, niin siitä sitten voi katsoa tietoja, että mitäs me ollaankaan laitettu muistiin. Ja sitten siellä voi tehdä esim. käsitekarttoja. Ja esim. voi ladata kirjoja, ja sieltä voi lukea.”*

Seuraavat aineistonäytteet kuvaavat oppimisympäristön koettua joustavuutta työskentelyssä.

*A01: ”Sillä pystyi tekemään kotona ja sitten pystyi liikkumaan sen tabletin kanssa minne tahansa luokkaan ja pystyi kysymään keneltä tahansa kaverilta, että tiedätkö tällaisesta asiasta mitään.”*

*A15: ”Siis helpottaa sillä lailla, että jos on kymmenen metrin päässä, niin voi kävellä ja näyttää sitä työtä ja on yhdessä etsimässä tietoa.”*

Mobiilin tablet-laitteen käyttönopeus, liikuteltavuus ja kätevyys ovat oleellisia tekijöitä tutkivan oppimisen työskentelyssä mobiilissa ympäristössä. Liikkuvan laitteen avulla oppijat pääsivät joustavasti lähelle toisiaan, pystyivät esittämään laitteen näytöltä kätevästi asiaa pienryhmäkeskusteluiden tueksi ja hyödyntämään digitaalisia sovelluksia (applikaatiot, verkkoympäristöt) monenlaisissa työskentelytilanteissa. Nämä elementit tukevat oppijan asemaa tutkivan oppimisen työskentelyn hallitsijana ja tekijänä. Näin on mahdollista saada myönteisiä kokemuksia oman toimijuuden ja oppimisen vahvistamiseksi. Pedagogisilla ratkaisuilla on tuettava näitä piirteitä, jotta ne saadaan toiminnassa esiin.

### **Haasteet**

Taulukossa 32 esitetään toisen tutkimussyklin oppilashaastatteluissa esiintyneet haasteita edustaneet maininnat.

**Taulukko 32.** Haasteiden esiintyminen toisen tutkimusryhmien oppilasryhmien haastatteluissa.

Analyysiluokka	f	%
Puute käyttötaidoissa	8	28
Tekniset ongelmat	15	52
Oman toiminnan ohjaus	3	10
Tiedon löytämisen vaikeus	3	10
yhteensä	29	100

Haasteet jakautuivat haasteisiin työskentelyssä (puute käyttötaidoissa, oman toiminnan ohjaus ja tiedon löytymisen vaikeus) ja laitteen teknisiin ongelmiin. Puutteita laitteen tai sovelluksen käyttötaidoista ilmeni haastatteluissa. Kehittämissyökin alussa kerrattiin laitteen teknisiä toimintoja ja verkkoympäristön käyttöä. Tämä vaikutti siihen, että käytön osaamisen haasteita oli vähän. Oman toiminnan ohjauksen ja tiedon löytämisen vaikeuden maininnat liittyivät tutkivan oppimisen työskentelyyn. Näihin haasteisiin opettaja reagoi ohjaamalla oppilaita. Teknisissä haasteissa oli ohjelmistoihin liittyviä puutoksia tai laitteen toiminnan epävakautta. Kaikista toisen kehittämissyökin ilmiöiden koodatuista analyysiluokista haasteiden maininnat olivat 3 %.

### ***Oppilaiden kehittämisehdotukset***

*Oppilaita pyydettiin toisen tutkimusryhmien lopuksi arvioimaan toteutettuja tutkivan oppimisen projekteja ja miten he olisivat kehittäneet kokonaisuutta. He keskustelivat tästä omasta näkökulmastaan käyttäjinä ja nostivat esiin työskentelyyn liittyviä kriittisiä asioita. Stought (2001) ja Fox-Turnbull (2007) esittivät ajatuksen, että haastateltavien reflektiiviset taidot kehittyvät toistettaessa haastatteluja. Haastatteluaineiston pituudet kasvoivat syklien välillä ja se voi viitata reflektiivisten taitojen kasvuun. Analyysissä esiintyi kolme näkökulmaa: jumiutumisen välttäminen, tiedon hyödyntäminen ja keskustelun tähdentäminen. Kaikkiaan kehittämisehdotuksia ryhmiltä koodattiin 13 kappaletta.*

Tiedon hyödyntäminen ja sen kanssa työskentely nousi eniten mainituksi asiaksi. Lähes puolet maininnoista liittyi tähän asiaan. Oppilaat mainitsivat, että tiedon hankintaan panostaminen ja tiedon varmistaminen ovat tärkeitä tutkivassa oppimisessa ja sitä olisi voinut tehdä enemmän. Työskentelyssä jumiutumisen välttämistä edustavia mainintoja oli lähes yhtä paljon. Jumiutuminen nähtiin asiana, joka ei ollut eduksi työskentelylle ja jota on syytä välttää. Oppilaat mielestä se onnistuu olemalla aktiivisempi ja nopeampi. Lisäksi oppilaat kiinnittäisivät huomiota keskusteluun. Yksi ryhmä ehdotti, että keskustelua oppilaiden välillä tarvitaan enemmän. Tämä mainittiin, vaikka keskustelukulttuuriin kohdistettiin kehittämistoimia. Tämä kertoi joko oppilaan omaksumasta käsityksestä, että keskustelulla on merkitystä työskentelyssä, tai hänen kokemuksestaan keskustelun

tarpeellisuudesta opiskelussa. Seuraava esimerkki kertoo myös jakamisen tärkeydestä työskentelyssä.

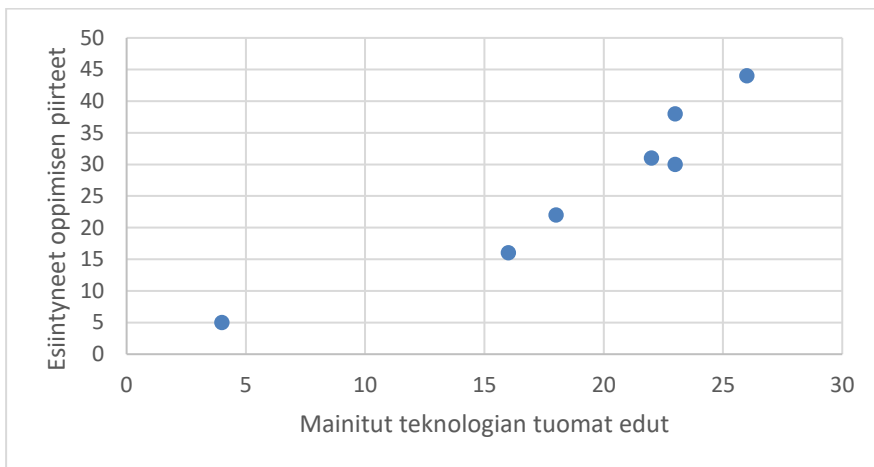
*A14: ”Pitäisi keskustella enemmän ja jakaa sitä tietoa.”*

Toisessa esimerkissä oppilas arvioi koko työskentelyä ja loppuraporttia.

*A02: ”Mun mielestä me onnistuttiin ihan hyvin kyllä tässä. Paitsi se, että tietoja olisi voinut olla enemmän.”*

### **Oppilasryhmien tulokset**

Kuviossa 14 nähdään oppilasryhmittäin toisen kehittämissyklin oppilashaastatteluiden analyysissä esiintyneiden oppimisen piirteitä edustavien mainintojen ja oppilaiden kokemien teknologian tuomien etujen esiintyminen samassa ryhmässä.

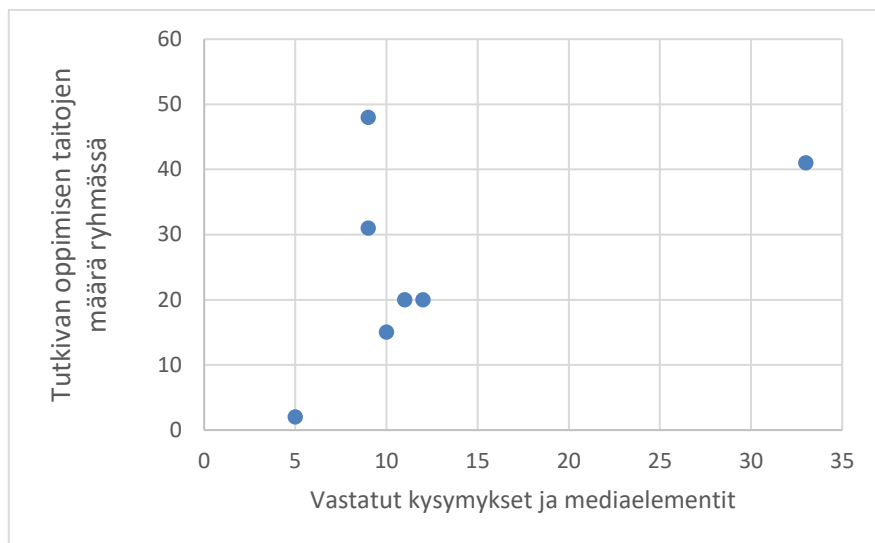


Kuvio 14. Toisen kehittämissyklin oppilashaastatteluissa esiintyneiden oppimisen piirteiden ja mainittujen teknologian tuomien etujen määrä ryhmittäin

Analyysissä laskettiin jokaisen oppilaan jotakin oppimisen piirrettä ja teknologian tuomien etuja edustavat ilmaisut. Oppilaat luokiteltiin omiin työskentelyryhmiinsä ja taulukoitiin. Kuviosta 14 havaitaan, että mitä enemmän mobiilin teknologian etuja koetaan, sitä nopeammin nousee oppimisen piirteiden esiintyminen ryhmän sisällä. Yksittäisen oppilaan panos ryhmän työskentelyssä ja haastattelussa voi nostaa yhteyttä.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

Kuviossa 15 esitetään oppilasryhmittäin toisen kehittämissyklin oppilashaastatteluiden analyysissä koodattujen tutkivan oppimisen taitoja edustavien mainintojen suhde verkkoaineiston tutkimusraporteissa vastattujen tutkimuskysymysten ja käytettyjen mediaelementtien määrään.



Kuvio 15. Toisen kehittämissyklin oppilashaastatteluissa esiintyneiden tutkivan oppimisen taitojen sekä tutkimusraporttien kysymykset ja mediaelementtien määrä ryhmittäin.

Analyysissä laskettiin jokaisen oppilaan tutkivan oppimisen taitoihin liittyvä ilmaisu. Oppilaat luokiteltiin omiin työskentelyryhmiinsä ja ryhmän tutkivan oppimisen taitojen analyysiluokkien yhteismäärä taulukoitiin taulukon 28 tietojen kanssa (kuvio 15). Kun ryhmän jäsenten toimintaan liittyi oppilaiden oman kuvauksen mukaan tutkivan oppimisen taitoja, he myös yleensä vastasivat useampaan tutkimuskysymykseen. Kahden ryhmän työskentelyssä näin ei lineaarisesti tapahtunut. Mainituista ryhmistä toisessa esiintyi oman toiminnan ohjauksen haasteita, jolloin myös tutkimuksen raportointi jäi lyhyeksi. Toisen ryhmän työskentely oli ahkeraa ja yritteliästä, mutta tarkentavien kysymysten esittäminen oli epävarmaa. Raporttien pituutta tai niiden laadukkuutta analyysissä ei oteta huomioon. On myös huomattava, että tutkimuskysymykset voivat vaatia vaihtelevan määrän työskentelyaikaa, jolloin käytännön työskentelyssä oppilasryhmät eivät välttämättä ehdi vastaamaan kirjallisesti kaikki kysymyksiinsä eli vastausaika ei ole vakioitavissa. Analyysin tuloksen valossa näyttäisi siltä, että tutkivan oppimisen taitojen omaksuminen auttaa oppilaita työskentelemään paremmin tutkivan työtavan mukaisesti ja saavuttamaan useampia selityksiä.

### 5.3.3 Opettajahaastattelun analyysin tulokset

#### ***Tutkivan oppimisen työskentelyn kehittäminen***

*Tutkivan oppimisen työskentelyn kehittämisen* mainintoja edustavan ilmiön analyysiluokat jakautuivat kolmeen pääteemaan (taulukko 33).

**Taulukko 33.** Toisen kehittämissyklin opettajahaastattelun kehittämisen ilmiön analyysiluokat, niiden frekvenssit ja suhteelliset osuudet.

Kehittäminen			
teema	Analyysiluokka	F	%
Tutkivan oppimisen ohjaaminen	Tarkentaviin kysymyksiin ohjaaminen	10	20
	Keskusteluun ohjaaminen	3	6
	Luovuuteen rohkaiseminen	5	10
Opiskelun ohjaaminen	Virikkeen käyttäminen	10	20
	Pariryhmän käyttäminen	3	6
	Tehtävien osittaminen	3	6
Teknologian käyttö	Usean ohjelman käyttö	11	22
	Verkkoympäristön tarve	5	10
yhteensä		50	100

Aineistoesimerkki kertoo tarkentaviin kysymyksiin ohjaamisesta.

*Opettaja: ”Juuri se rohkaiseminen siihen, että voidaan laajentaa, että asia ei ole niin yksinkertainen kuin miltä se ensin kuulostaa ja jonkun wikipedian perusteella näyttää tai se ensimmäinen linkki jossa käydään. Aika useiden oppilaiden kohdalla se toteutui toisessa projektissa, että pyrittiin katsomaan asioita ja asettamaan niitä kysymyksiä itselle, niin kuin eri vinkkelistä.”*

Seuraava aineistoesimerkki kertoo opettajan käsityksestä luovuuteen rohkaisemisessa.

*Opettaja: ”On hyvä haastaa oppilaita tekemään jotain tavallisuudesta poikkeavaa. Ei ainoastaan etsitä jostain nettisivulta tai tietokirjasta tietoa. Vaan esimerkiksi, että pyri kuvaamaan ydinvoimalan toimintaprosessia, jonkun kuvan tai*



Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä  
kaavion avulla. *Semmoinen herättää oppilaat eri tavalla ajattelemaan sitä aihetta ja pitämään mielenkiintoa yllä.*”

Opettaja kertoo virikkeen käyttämisestä kysymysten tekemisessä.

*Opettaja: ”Kuten se esimerkki kuvasta, joka synnytti lisääjattelua jonka kerroin, niin se lisävirikkeiden tarjoaminen ja keksiminen oppilaille luo lisää mielenkiintoa oppilaille ja se varmasti luo lisää kysymyksiä.”*

Aineistoesimerkki pariryhmän käyttämisestä valaisee opettajan kokemaa tilannetta.

*Opettaja: ”Kyllä se kysymysten tekeminen parani siinä mielessä, että se ensin näkin muuttui dynaamisemmaksi koko työskentelyhomma siksi, että laitettiin pienemmät ryhmät tähän toiseen projektiin.”*

Sovellusten vaikutus tarkentavien kysymysten tekemiseen näkyy seuraavassa esimerkissä.

*Opettaja: ”Kysymysten paranteluun pyrittiin just näillä eri kommunikointivälineillä, sähköisillä ja suullisesti.”*

Seuraava esimerkki kertoo teknologian ja toimintatapojen käytöstä mielenkiinnon herättäjänä.

*Opettaja: ”Ehkä oppilaat kokivat siinä ekassa projektissa, että pitää vain itse hakea tietoa ja siitä vaan jotain tehdä ja se vei sitä mielenkiintoa pois. Mun mielestä tämä lisäsi mielenkiintoa, koska siinä oli kuitenkin enemmän tällaisia hyviä työskentelytapoja ja välineitä, just tän kautta, kun otettiin lisää näitä mukaan.*

Verkkoympäristön tarve ja rooli kuvastuvat seuraavassa aineistoesimerkissä.

*Opettaja: ”Suuresti, se oli käytännössä tämän työn selkäranka, koska laitoit sinne nämä kysymykset ja käytännössä työskentelyohjeet olivat siellä Fronte-  
rissa.”*

Opettajan mielestä on tärkeää ohjata oppilaita tarkentavien kysymysten esittämiseen tutkivan oppimisen työskentelyn aikana. Tarkentuviin kysymyksiin ohjaaminen kattoikin yli puolet tutkivan oppimisen ohjaamisen maininnoista. Maininnat kysymyksiin ohjaamisesta kuvastivat tutkivan oppimisen oleellisen tekijän

merkityksellisyyttä opiskeluprosessin suuntaajana ja ylläpitäjänä. Opettajan mielestä digitaaliset sovellukset vaikuttivat myönteisesti tarkentavien kysymysten esittämiseen. Silloin kun oppilailta oli enemmän digitaalisia keinoja käytettävissä, se aktivoi kysymysten esittämiseen. Uusien teknologioiden käyttö myös lisäsi oppilaiden mielenkiintoa ja työskentelyn tehokkuutta. Opettajan kertoi luovuuteen rohkaisemisesta ja rohkaisusta ajatella asiaa toisesta näkökulmasta, jotta tietoa voidaan käsitellä.

Virikkeet aktivoivat keskustelua oppilasryhmissä. Virikkeinä käytettiin esimerkiksi aihepiiriin kuvia tai jonkin sovelluksen toimintojen opettamista. Monipuolinen ohjaus kehitti opettajan mukaan oppilaiden työskentelyä.

Opettaja koki, että verkkoympäristöllä oli oleellinen rooli mobiilissa oppimisympäristössä työskentelyssä. Verkkoympäristön rooli oli toimia työskentelyn keskuspaikkana. Verkkoympäristöön rakennettu pedagoginen struktuuri tuki ja rytmitti sekä opettajan että oppilaiden työskentelyä. Havaittiin hyväksi käytännöksi, että työskentelyyn lähdetään säännöllisesti ympäristön ohjeiden tai vaihekuvausten perusteella.

Analyysin tulokset näyttivät, että maininnat opettajan tutkivan oppimisen ohjaamisesta, ratkaisut opiskelun ohjaamiseksi ja teknologian käytöstä jakautuvat ilmiössä varsin tasaisesti. Tämä viittaa ohjaustyön moniin tarpeisiin, joihin opettajan on myös tutkivan oppimisen työskentelyssä kyettävä vastaamaan.

### ***Mobiilin tutkivan oppimisen oppimisympäristön työskentelylle tuoma tuki***

Taulukossa 34 on esitetty mobiilin tutkivan oppimisen oppimisympäristön työskentelylle tuomaa tukea edustavat maininnat.

**Taulukko 34.** Toisen kehittämissyklin opettajahaastattelun mobiilin tutkivan oppimisen ympäristön tuoman tuen mainintojen analyysiluokat, niiden frekvenssit ja suhteelliset osuudet.

Tuki tutkivalle oppimiselle	f	%
Ongelmälähtöisyys	8	15
Oppilas toimijana	15	28
Luovuuden kehittyminen	8	15
Työskentelytaitojen kehittyminen	8	15
Motivoivuus	3	6
Mahdollisuuksien variointi	11	21
Yhteensä	53	100

Mahdollisuuksien variointi työskentelyn tukena ilmenee seuraavasta aineistonäytteestä:

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

*Opettaja: ”Kun otimme tässä toisessa niitä keinoja enemmän käyttöön, niin koen sen, että se auttoi oppilaita kehittämään sitä omaa tutkivaa oppimistaan.”*

Työskentelytaitojen kehittymistä edustavat ilmaisut oli yksi analyysiluokka tässä ilmiössä.

*Opettaja: ”Tässä toisessa otimme enemmän näitä tutkivan oppimisen perusteita, niin minusta tuntuu, että oppilaat lähtivät siihen paremmin mukaan juuri sen takia, kun se eka oli tietyllä tavalla harjoittelua myös oppilaille, kuin myös opettajalle.”*

Oppilaan asema toimijana oli tärkeä mobiilin tutkivan oppimisen ympäristön antama tuki. Oleellista oli, että tutkivassa oppimisessa oppilas on lähtökohtaisesti toimija, jonka ihmettelystä työskentely ja oppiminen lähtevät liikkeelle. Oppilas työskenteli itse oman oppimisensa eteen, opettajan toimiessa työskentelyn ohjaajan roolissa. Tutkivan oppimisen perusteiden opettaminen oppilaille auttoi opettajan mielestä työskentelyn kehittämisessä. Kun oppilaiden tietämys pedagogisesta toimintavoista oman oppimisen edistämiseksi oli olemassa, oli sillä myönteisiä vaikutuksia oppilaan työskentelyyn.

Laitteen tarjouma- ja työskentelymahdollisuuksia oli pystyttävä hyödyntämään, jotta päästiin monimuotoiseen ja vaihtelevaan työskentelyyn oppilaiden aktivoimiseksi. Opettajan mielestä mobiililla teknologian tukemana oli siihen mahdollisuus. Ongelmalähtöisyys, työskentelytaitojen kehittyminen ja luovuuden kehittyminen mahdollistuvat mobiilissa ympäristössä ja kuvastavat tutkivaa työtä.

### **Haasteet**

*Haasteita* kuvaavat maininnat oli kolmas ilmiö opettajahaastattelun luokista. Niitä ilmaisevat maininnat jakaantuivat toisessakin tutkimusryhmissä kahteen alueeseen. Opettajan työlle oppilaiden ohjaamisen tarve mobiilissa ympäristössä toi haasteita. Oppilaan työskentelyn näkökulmasta haasteita olivat mobiilin laitteen tuoma vapaus ja houkuttelevuus muuhun käyttöön. Haasteita kuvasi 15 % kaikista opettajahaastattelun analyysiluokista.

Opettaja kuvasi haasteita ja mahdollisuuksia usein yhtä aikaa, kuten aineistoimerkki kertoo.

*Opettaja: ”Mahdollisuudet ovat suunnattomat, mutta uhatkin ovat olemassa. Mikä siihen on ratkaisu, sitä en oikein tiedä, koska sitä ei voi oikein mitenkään kontrolloida, koska näillä se työskentely perustuu siihen vapauteen, mikä tuo sen tehokkuuden ja hienouden. Mutta jos vapauden ottaa pois, niin siinä kärsii tämä luovuuden tukeminen siinä samalla. Pedagogisessa mielessä tuo on se suurin haaste mikä näihin liittyy.”*

### 5.3.4 Kehittämisaalueet - toisen kehittämissyklin analyysin tulosten yhteenveto

#### ***Verkkoympäristön ja mobiilin laitteen teknisen hallinnan käyttökelpoisuus***

Verkkoaineiston perusteella viisi ryhmää seitsemästä eli 71 % ryhmistä käytti enemmän kuin yhtä mediaelementtiä kirjoitetun tekstin lisäksi omissa tutkimusraporteissaan. Yhteensä käytettiin neljää erilaista mediaelementtiä. Lisäksi oppilaat käyttivät verkon chat-palvelua merkityskeskusteluissa. Kolmen ryhmän oppilaat käyttivät esittämispäätelöä ja tekivät työstään pienen esityksen, jonka he jakoivat sovelluksen nettisivuilla muille. Tämä tarkoittaa, että 43 % ryhmistä käytti mahdollisuutta hyväkseen. Tablet-laitteen sujuva ja luonteva käyttö parani myös perustoimintoja kertaamalla. Laitteen ominaisuuksien kertaaminen, kuten kuvien ja käsittekarttojen käytön kertaaminen, ennen toista tutkimussykliä näytti palauttavan sen monipuolisempaan käyttöön. Toisaalta oppilaat tekivät vähemmän videoita tämän tutkimussyklin aikana. Raaka-aineita käsitellyt toinen oppimisprojekti ei tarjonnut niin autenttisia lähellä olevia kohteita kuin ensimmäisen projektin aihepiiri. Tulos osoitti, että kyseinen kehittämisalue oli perusteltu tutkivan ja yhteisöllisen oppimisen näkökulmasta.

Oppilas- ja opettajahaastatteluiden sekä verkkoaineiston analyysin perusteella tiedon jakamisen käytäntöihin tuli lisää mahdollisuuksia. Oli tärkeää, että teknologian sujuva käyttö hallittiin ja mahdollisuuksia avattiin oppilaille. Tässä kehittämiskohdassa voitiin päätellä, että luokassa esitettävillä esimerkeillä ja virikkeillä oli huomattava vaikutus laitteen teknisen käytön monipuolistamisessa, vaikka oppilailla olisi tuntemusta ja teknisiä valmiuksia entuudestaan.

Toinen kehittämiskohde oli *verkkoympäristön tekninen käyttökelpoisuus*. Oppilas- ja opettajahaastatteluiden analyysin perusteella verkkoympäristöllä oli oleellinen rooli opiskelun tukemisessa. Se tuki työskentelyä sekä opettajan että oppilaiden näkökulmasta. Verkkoympäristön kehittyminen vahvisti sen tärkeyttä roolia. Näin voitiin tukea mobiilissa oppimisympäristössä työskentelyä.

#### ***Tutkivan oppimisen tukeminen verkkoympäristössä***

Kehittämiskohteita oli kolme, joista ensimmäinen oli *rytmittää ja ohjeistaa työskentely* siten, että tutkivan oppimisen osa-alueiden nopeampi yhteisöllinen käsittely mahdollistaa keskeytymättömän työskentelyn. Verkkoaineiston analyysin tulokset osoittivat, että esimerkiksi kontekstin luomisen ja omien kysymysten aivoriivissä tuotettiin riittävästi ideoita ja kysymyksiä työskentelyä varten. Niitä tehtiin yhteensä 100, keskimäärin yhdeksän oppilasta kohden. Verkkokeskustelut käytiin yhden oppitunnin osana ja analyysin perusteella ne toimivat hyvin saman työskentelykerran aikana. Omien kysymysten aivoriivien käytön frekvenssit olivat korkeammat kuin ensimmäisessä tutkimussykliä. Oppituntien videotallennukset näyttivät, että varsinkin oppimisprojektin alkupuolella oppilaat keskittyivät hyvin tehtäviinsä ja työskentelyssä edistettiin ilman keskeytyksiä. Toisaalta havaittiin,

että oppimisprojektin loppupuolella ajankäytössä oli eroja, jotka liittyvät tutkivan oppimisen syvenevään luonteeseen. Tutkivan oppimisen prosessi syvenee oppilaiden tehdessä uusia kysymyksiä. Eroja syntyi, kun osa oppilaista syventyy yhä pidemmälle aiheeseen ja osalle oppilaista uusien kysymysten tuottaminen ehtyy. Tähän ilmiöön vaikuttivat useat seikat, kuten alkuperäisen tutkimuskysymyksen laatu, oppilaan oma kiinnostus ja oppilaan tutkimustaidot. Opettajahaastattelun analyysin perusteella näyttäisi siltä, että opettajan ohjaus edellä mainituissa asioissa on oleellista. Haastattelun perusteella opettaja piti tärkeänä syventäviin kysymyksiin ohjaamista.

Toisen kehittämisalueen toinen kehittämiskohta oli oppilaiden *aktiivisen työn sekä tavoitteellisuuden tukeminen ja tiedostaminen*. Tulosten perusteella voitiin havaita, että arviointikriteerien käsittely ja oppimisympäristön etusivulle laitetut tarkemmat tuntikohtaiset ohjeet ohjasivat toimintaa. Verkkoaineiston analyysi näytti, että verkkokeskusteluissa käytettiin monipuolisesti kymmentä eri kysymysanaa tutkimuskysymysten esittämiseen ja viittä eri tapaa kommentoida muiden oppilaiden selityksiä.

### ***Pedagoginen ohjaaminen lähiopetuksessa***

Opettajahaastatteluaineiston analyysissä havaittiin, että *oppilaita lähempänä oleva ohjaus* oli tutkivan oppimisen näkökulmasta opettajan mielestä tarpeellista. Opettaja oli sitä mieltä, että ohjaavalla toiminnalla voitiin tukea oppilaiden työskentelytaitojen kehittymistä. Toinen asia oli se, että opettaja pystyi antamaan enemmän positiivista ja kannustavaa palautetta kohtaamastaan tutkivasta työskentelystä.

Toisena pedagogisen ohjaamisen kehittämisen kohteena oli *tiedonrakentamisen kulttuurin kehittäminen*. Opettajan kokemus oli, että kasvokkain käydyissä ja sähköisissä tietoon ja sen rakentamiseen suuntautuissa keskusteluissa oppilasryhmien erot keskustelukäytännöissä olivat isoja. Tarvittiin ohjaavan opettajan rohkaisua. Opettajan antaman ohjauksen jälkeen keskusteluita käytiin hyvin. Opettajan mielestä oppilaat tarvitsevat ohjaajan jatkuvaa rohkaisua käydäkseen tietoon liittyvää keskustelua.

Keskustelukulttuurin edistämiseksi oppilaat työskentelivät toisessa kehittämissyklissä pariryhmissä. Opettaja oli sitä mieltä, että pariryhmätyöskentely oli tehokasta oppilaiden välisten merkityskeskusteluiden tukemisessa. Virikkeiden käyttäminen on opettajan mielestä keskustelua edistävä keino. Opettaja arvioi, että oppilaiden esittämät ajatukset johtivat seuraavaan ajatukseen ja tämä syvensi oppilaiden välistä keskustelua ja ymmärrystä asiasta. Opettajan rohkaisu ja ohjaaminen olivat myös osa luovien ratkaisujen syntyprosessia.

Ensimmäisessä kehittämissyklissä kaikkia velvoittavana oppimistehtävänä käydyn tukikysymyskeskustelun analyysin tulokset kertoivat oppilasyhteisön jäsenilleen tarjoamasta tuesta. Tämä otettiin huomioon avaamalla myös toiseen sykliin samankaltainen palsta, joka sijaitsi verkkoympäristön etusivulla. Oppilaille

koko ajan avoinna ollutta yhteistä tukikysymyskeskustelua ei kuitenkaan käytetty. Vapaaehtoisuuteen perustuva kysymyspalsta ei siten täyttänyt odotuksia tiedonrakentamisen kulttuurin rakentamisesta. Voitiin päätellä, että keskustelu ja tiedonrakentamisen synnyttäminen ilman opettajan tukea oli hankalaa, eikä sitä syntynyt verkkoympäristöön itsestään. Tutkimuksen tulokset vahvistivat Hakkaraisen ym. (2004) käsitystä, että lapsi tarvitsee palautetta opiskelunsa aikana, ei vasta ko-keessa tai testissä.

Kolmas kehittämiskohde laitteen pedagogisessa kehittämisessä oli rohkaista oppilaita *laitteen käytön luoviin ratkaisuihin*. Oppilaat kokivat käyttävänsä tablet-laitetta monipuolisesti ja luovasti. Laitteen nopeus, liikuteltavuus ja kätevyys koettiin suurimpana laitteen tutkivalle oppimiselle tuomana etuna. Ajattelutapojen lisääntyminen näkyy aineiston analyysissä. Oppilaiden kokemuksen perusteella työskentely oli joustavampaa ja luovampaa kuin pöytäkoneella työskentely, koska keskustelu ryhmän jäsenten välillä oli helpompaa, kun työskennellään lähekkäin ja laite oli helposti käsiteltävä. Ryhmätyöskentelyssä oli kokemusten mukaan siten helpompi näyttää ja esittää asiaa omalta laitteelta ryhmän toiselle jäsenelle. Tämän kaltainen työskentelytapa tuki myös tiedonrakentelukeskustelua ja omien kokemusten jakamista. Se mahdollisti ryhmätyössä yhteisten luovien ratkaisujen kehittämisen. Opettaja koki, että usean laitesovelluksen käyttämisellä oli myönteisen vaikutus. Opettaja kertoi, että useamman erilaisen ohjelman käyttäminen työskentelyssä rikastutti opiskelua ja antoi mahdollisuuksia monipuolisempaan työskentelyyn ja raportointiin.

### ***Tutkimuskysymysten asettaminen tutkivan oppimisen työskentelyssä***

Verkkoaineiston analyysissä ongelman asettamisen vaiheen keskustelun tulokset näyttivät, että oppilaat tuottivat keskimäärin 6,4 ihmettelykysymystä. Kehittämistoimia olivat kysymysten syventäminen laadullisesti, kysymysten piirteiden käsitely ja ohjaamisen toimenpiteet. Aineiston perusteella näytti siltä, että niiden seurauksena tehtiin enemmän ja monipuolisempia kysymyksiä.

Kysymyssanojen tärkeyttä korostettiin myös keskustelupalstan ja keskustelun aikaisessa ohjauksessa. Kysymyssanojen käyttöä koskevan analyysin tulokset osoittivat, että miksi-, miten- ja millainen-kysymykset kattoivat kaksi kolmasosaa kaikista kysymyksistä. Kysymyssanaa miksi käytettiin selvästi eniten auttamaan tutkimuksessa eteenpäin. Kaikkiaan eri kysymysmuotoja oli yhdeksän.

## 5.4 Kehittämissykliden tulosten vertailua

### 5.4.1 Vertailevan analyysin tulokset

#### *Verkkoaineiston tulosten vertailu*

Kysymysten tekemisen kehittäminen oli yksi toisen syklin kehittämisalueista. Verkkoaineiston analyysissä ongelman asettamisen vaiheen keskustelun tulokset näyttivät, että tutkimuskysymysten määrä lisääntyi toisen kehittämissyklin aikana (taulukko 35).

**Taulukko 35.** Verkko keskusteluihin lähetetyt kontekstikeskustelun ja tutkimuskysymysviestit.

	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)		Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	
	f	%	f	%
Kontekstikeskusteluviestit	16	32	13	16
Tutkimuskysymysviestit	34	68	70	84
yhteensä	50	100	83	100

Khiin neliö -testin mukaan ensimmäisen ja toisen tutkimussyklissä esitettyjen tutkimuskysymysten ero on melkein merkitsevä:  $\chi^2(1, N = 133) = 4,88, p < 0,027$ . On mahdollista, että muutos tutkimuskysymysten määrässä saatiin aikaan kehittämistoimien avulla, joissa paneuduttiin tutkimuskysymysten syventämiseen laadullisesti sekä niiden piirteiden käsittelyyn ja ohjaamiseen tutkivan oppimisen syventävien kysymysten vaiheessa. Oppilaat tuottivat keskimäärin toisessa kehittämissyklissä 6,4 ihmettelykysymystä, mikä on yli puolet enemmän kuin ensimmäisessä kehittämissyklissä. Keskimäärin he miettivät lähes neljä kysymystä enemmän oppilasta kohden.

Ryhmien tutkimusraportit monipuolistuvat toisen kehittämissyklin aikana (taulukko 36). Noin puolet ryhmistä teki uusia ja erilaisia ratkaisuja digitaalisen tiedon jakamisen hyödyntämisessä ja esittämisessä verrattuna ensimmäisen tutkimussyklin raportteihin.

**Taulukko 36.** Raporteissa selvitetty kysymykset ja käytetyt mediaelementit.

	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)		Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	
	f	%	f	%
Selvitetyt kysymykset	48	76	62	70
Mediaelementit	15	24	27	30
yhteensä	63	100	89	100

Khiin neliö -testin mukaan ensimmäisen ja toisen tutkimussyklin välillä mediaelementtien ja selvitettyjen tutkimuskysymysten esiintymisen ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää:  $\chi^2(1, N = 152) = 0,79, p > 0,375$ . Oppilasryhmien raporteissa selvitettyjen tutkimuskysymysten määrä nousi lukumääräisesti neljällätoista, 48:sta 62:een. Ryhmien kysymysten keskiarvo kuitenkin hie-  
man laski, 9,6:sta 8,8:aan, koska jälkimmäisessä tutkimussyklissä oli kaksi ryhmää enemmän.

Tietolähteiden käyttö lisääntyi ja monipuolistui toisen kehittämissyklin raporteissa, jossa kaikki ryhmät merkitsivät lähteet näkyviin. Ensimmäisessä kehittämissyklissä näin teki vain yksi ryhmä.

### ***Oppilashaastatteluiden tulosten vertailu***

Oppimisen piirteitä kuvaavien mainintojen esiintymistiheydet olivat lähellä toisi-  
aan molemmissa kehittämissykleissä (taulukko 37). Toisessa kehittämissyklissä konkreettisten aineistojen käytön maininnat kasvoivat, todennäköisesti siksi, että tutkimuskysymyksiin, tiedon jakamiseen ja käsittelyyn sekä oppilastöiden rikas-  
tamiseen kohdistettiin kehittämistoimia. Analyysin tulos saattoi johtua siitä, että teemahaastattelun rungon mukaisesti haastatteluissa keskityttiin tutkivan oppimi-  
sen toteutuksen aikaisiin ilmiöihin, eikä opitun selittäminen uudessa tilanteessa liittyviä asioita kysytty haastattelussa.



Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa  
oppimisympäristössä

**Taulukko 37.** Oppimisen piirteitä edustavien analyysiluokkien esiintyminen ryhmien haastatteluissa.

Oppimisen piirteiden esiintyminen	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, $n = 14$ )		Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, $n = 15$ )	
	f	%	f	%
Aktiivinen osallistuminen	25	15	62	21
Tavoitteellisesti toimiminen	31	18	46	15
Löydetyn tiedon tarkastelu	30	18	42	14
Konkreettisten aineistojen käyttö	6	4	22	7
Oman toiminnan säätely	34	19	64	22
Opitun selittäminen uudessa tilanteessa	7	4	8	3
Ryhmässä toimiminen	38	22	55	18
yhteensä	171	100	299	100

Khiin neliö -testin mukaan ensimmäisen ja toisen tutkimussyklin välillä oppimisen piirteitä edustavien analyysiluokkien esiintymisen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää:  $\chi^2 (6, N = 470) = 7,88, p > 0,247$ . Maininnat jakautuivat kehittämissykliden aineistoissa luokkiin siis varsin samanlaisesti, vaikka frekvenssit nousivat. Taulukossa 38 esitetään tutkivan oppimisen taitoja kuvaavien analyysiluokkien mainintojen esiintyminen kehittämissykliden haastatteluissa.

**Taulukko 38.** Tutkivan oppimisen taitoja edustavien analyysiluokkien esiintyminen ryhmien haastatteluissa.

Tutkivan oppimisen taidot	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, $n = 14$ )		Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, $n = 15$ )	
	f	%	f	%
analyysiluokka				
Argumentointi	4	3	7	4
Kirjoittaminen, Jäsentäminen	14	12	55	31
Kokeilu	5	4	0	0
Kysyminen	12	10	18	10
Lähteiden käyttäminen	36	32	30	17
Tiedonjakaminen	16	14	29	16
Yhteistyö	28	25	39	22
yhteensä	115	100	178	100

Khiin neliö -testin mukaan ensimmäisessä ja toisessa tutkimussykliissä tutkivan oppimisen taitojen esiintymisessä oli tilastollisesti merkitsevä ero. Khiin neliö -testin mukaan  $\chi^2 (5, N = 293) = 17,44, p < 0,004$ .

Kirjoittamiseen viitattiin yli kaksinkertaisesti enemmän toisen kehittämissyklin haastatteluissa ensimmäiseen tutkimussykliin verrattuna. Analyysin tulokset näyttivät, että kirjoittamista käytettiin rakentamalla kokoavaa pohdintaa tiivistelmissä ja käsitelkartoissa sekä kirjoittamalla tiedonrakentamisen verkkokeskusteluihin. Kehitettäviä ideoita ja työskentelyteorioita kirjoitettiin ylös verkkoympäristöön ja laitteelle. Näyttäisi mahdolliselta, että muutokseen vaikuttivat tutkivan oppimisen tukemiseen kohdistetut kehittämistoimet ja opettajan pedagogisen ohjauksen kehittämistoimet. Oli myös mahdollista, että oppilaiden kokemus mobiilin tutkivan oppimisen työskentelystä oli kattunut kahden edeltäneen tutkimussyklin aikana ja näkyi oppilaiden työskentelyssä.

Taulukossa 39 esitetään kehittämissykliden *mobiilin teknologian tuomien etujen maininnat tutkivan oppimisen työskentelyssä*. Laitteen käyttönopeuteen, liikuteltavuuteen ja kätevyysliittymiä mainintoja oli haastatteluissa paljon. Lisäksi opiskelun helpottamisen ja oppimisympäristön joustavuuden maininnat kuvasivat mobiilin teknologian antamaa tukea. Nämä olivat toimintoja, jotka käytännön opiskelutilanteessa johdattivat oppijat keskinäiseen vuorovaikutukseen ja jossa liikuteltavalla laitteella oli rooli toiminnan synnyttäjänä.

**Taulukko 39.** Mobiilin teknologian tuomien etuja kuvaavien analyysiluokkien esiintyminen oppilasryhmien haastatteluissa.

Teknologian tuomat edut	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, $n = 14$ )		Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, $n = 15$ )	
	f	%	f	%
Motivoivuus	19	19	26	13
Nopeus, Liikuteltavuus, Kätevyys	21	21	57	28
Opiskelun helpottaminen	27	27	50	25
Oppilas subjektina	15	15	24	12
Oppimisympäristön joustavuus	19	19	46	23
Yhteensä	101	100	203	100

Khiin neliö -testin mukaan ensimmäisen ja toisen tutkimussyklin välillä mobiilin teknologian tuomien etujen esiintymisessä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa:  $\chi^2 (4, N = 304) = 4,1, p > 0,392$ . Näytti siltä, että maininnat mobiilin tekno-

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

logian tuomista eduista jakautuivat kehittämissykleissä luokkiin melko samankaltaisesti, eivätkä oppilaiden kokemukset olleet merkittävästi muuttuneet kehittämissykliden välillä.

*Teknologian käytön haasteita* edustavia maininnat kehittämissykleissä esitettiin taulukossa 40. Keskiarvoisesti ensimmäisessä kehittämissyklissä haasteita analysoitiin 5,2 ryhmää kohden ja toisessa 4,1 ryhmää kohden.

**Taulukko 40.** Oppilaiden haasteita edustavien analyysiluokkien esiintyminen ryhmien haastatteluissa.

Haasteet	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, $n = 14$ )		Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, $n = 15$ )	
	f	%	f	%
Puute käyttötaidossa	5	19	8	28
Oman toiminnan ohjaus	9	35	3	10
Tiedon löytämisen vaikeus	8	31	3	10
Tekniset ongelmat	4	15	15	52
yhteensä	26	100	29	100

Khiin neliö -testin mukaan ensimmäisessä ja toisessa tutkimussyklissä esiintyneissä haasteissa oli tilastollisesti merkitsevä ero:  $\chi^2(3, N = 55) = 12,21$ ;  $p < 0,007$ . Näytti siltä, että kehittämis- ja ohjaustoiminnan avulla oli mahdollista parantaa oppilaiden työskentelytaitoja siten, että työskentelyn haasteisiin voitiin merkittäväällä tavalla varautua ja näin vähentää haasteiden esiintymistä.

### ***Opettajahaastatteluiden tulosten vertailu***

Opettajahaastattelun analyysin tuloksissa voidaan havaita, että opettajan mielestä oppilasryhmien työskentelytaidot kehittyivät ensimmäisen ja toisen tutkimussyklin välillä. Opettajan mukaan monipuolisempi virikkeiden käyttö ja aktiivisempi ohjaaminen toisessa tutkimussyklissä tutkivan oppimisen kontekstin luomisen vaiheessa tukivat oppilaiden kykyä tuottaa enemmän ja monipuolisempia ihmetelykysymyksiä. Kun oppilaiden kanssa lisättiin tutkivan oppimisen menetelmän ja tutkimuskysymysten merkityksen käsittelyä, se syvensi oppilaiden mielenkiintoa työskentelyä kohtaan. Opettaja oli sitä mieltä, että työskentelyn organisointi ja keskusteluiden tukeminen pariryhmätyöskentelyssä oli tehokkaampaa kuin kolmen oppilaan ryhmätyössä. Virikkeiden käyttäminen on opettajan mielestä myös keskustelua edistävä keino. Käsitystä keskustelun lisääntymisestä ryhmässä tuki myös tulos tiedonjakamista edustavien mainintojen esiintymisen kasvusta toisessa tutkimussyklissä.

Opettajahaastattelujen aineiston analyysissä havaittiin, että mobiilin ympäristön tuoman tuen mainintoja oli määrällisesti ja suhteellisesti enemmän toisessa

tutkimussyklissä. Tutkivan oppimisen työskentelyn kehittämisen osuus oli samalla tasolla molemmissa sykleissä. Haasteiden osuus oli vähentynyt toisessa tutkimussyklissä.

Opettaja ei maininnut toisen tutkimussyklin haastattelussa haasteita laitteen houkuttelevuudesta opiskelun ulkopuoliseen työhön, ryhmätyön onnistumisesta eikä keskusteluun ohjaamisesta. Analyysin tulokset näyttivät puoltavan käsitystä, että pedagogisilla ja opiskelua ohjaavilla toimenpiteillä oli merkitystä laitteen houkuttelevuuden haasteiden vähentymisessä. Ryhmätyön onnistumisen ja keskusteluun ohjaamiseen viittaavien mainintojen puuttuminen voi viitata keskustelukulttuuriin suuntautuneiden kehittämistoimien vaikutukseen.

Opettaja mainitsi kolme uutta asiaa, jotka antoivat tukea tutkivan oppimisen työskentelylle. Uusina mainintoina olivat luovuuden ja työskentelytaitojen kehittyminen ja mahdollisuuksien variointi työskentelyssä. Kehittämistoimia kohdistettiin luovuuteen rohkaisemiseen, tutkivan työn ohjaamiseen ja laitteen monipuoliseen käyttämiseen. Näytti siltä, että kehittämistoimilla oli vaikutusta näiden asioiden esiintymiseen.

Analyysin perusteella näytti mahdolliselta, että ohjaustoimintaa kehittämällä ja tukea lisäämällä saatiin vähennettyä opettajan kokemia haasteita. Opettajan oman kokemuksen kasvu ja harjaantuminen tutkivan oppimisen ohjaamisessa saattoivat myös auttaa kehittämistoimien vaikuttavuudessa.

#### **5.4.2 Oppimisen piirteiden ja tutkivan oppimisen taitojen yhteisesiintymisen analyysin tulokset tutkivan oppimisen kontekstissa**

Oppilasaineistosta laskettiin *oppimisen piirteitä* kuvaavien mainintojen analyysiluokkien yhteisesiintyminen samassa analyysiyksikössä. Tarkoituksena oli hakea analyysiyksiköiden välisiä yhteyksiä tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi. Taulukossa 41 esitetään oppimisen piirteiden yhteisesiintymisen suhteelliset osuudet yhteensä ensimmäisen ja toisen kehittämissyklin haastatteluaineistoista. Oppimisen piirteitä kuvaaville seitsemälle analyysiluokalle merkittiin yhteensä 388 esiintymistä. Yhteisesiintymisen frekvenssit samassa analyysiyksikössä vaihtelivat analyysiluokittain 1-21 välillä. Analyysiluokissa oli yhteensä 18-75 yhteisesiintymistä jonkin muun oppimisen piirteen kanssa.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

**Taulukko 41.** Oppimisen piirteiden mainintojen suhteellinen yhteisesiintyminen oppilashaastatteluisissa.

	Aktiivinen osallistuminen	Tavoitteellisesti toimiminen	Löydetyn tiedon tarkastelu	Konkreettisten aineistojen käyttö	Oman toiminnan säätely	Opitun selittäminen uudessa tilanteessa	Ryhmässä toimiminen
Aktiivinen osallistuminen							
Tavoitteellisesti toimiminen	24 %						
Löydetyn tiedon tarkastelu	14 %	16 %					
Konkreettisten aineistojen käyttö	8 %	17 %	10 %				
Oman toiminnan säätely	12 %	22 %	22 %	15 %			
Opitun selittäminen uudessa tilanteessa	1 %	6 %	9 %	11 %	7 %		
Ryhmässä toimiminen	11 %	10 %	13 %	8 %	6 %	3 %	

Oman toiminnan säätely esiintyi yli viidenneksen osuudella maininnoista tavoitteellisesti toimimisen ja löydetyn tiedon tarkasteluun kanssa. Ryhmässä toimimisen maininnat esiintyivät eniten löydetyn tiedon tarkastelun mainintojen kanssa. Opitun selittämistä uudessa tilanteessa edustavien maininnat esiintyvät eniten samassa analyysiyksikössä konkreettisten aineistojen käyttöä edustavien mainintojen kanssa. Kehittämistoimia kohdistettiin ohjaavaan työskentelyyn.

Näyttäisi siltä, että oman toiminnan säätelyn piirteen esiintymiseen liittyisi usein tavoitteellisesti toimimisen ja löydetyn tiedon tarkastelua. Vahvistamalla pedagogisin tavoin oman toiminnan säätelyn kehittymistä, voitaisiin kehittää kahta mainittua tutkivan oppimisen tärkeää piirrettä. Jonassen (2008) painotti aktiivisuuden merkitystä oleellisena oppimisen piirteenä. Analyysin tuloksen perusteella tässä aineistossa aktiivisuus ja tavoitteellinen, intentionaalinen, toiminta esiintyivät joka neljännessä koodatussa analyysiyksikössä samanaikaisesti. Aktiivinen osallistuminen ja löydetyn tiedon tarkastelu, joka on konstruktivistista toimintaa, näyttäisivät myös esiintyvän yhtä aikaa Jonassenin tarkoittamalla tavalla. Aktiivisuutta edistävän pedagogiikan, kuten tutkiva oppiminen, avulla on mahdollista edistää monia tärkeitä mielekkään oppimisen piirteitä.

*Tutkivan oppimisen taitoja* edustavista analyysiluokkien yhteisesiintymisen suhteelliset osuudet ovat taulukossa 42.

**Taulukko 42.** Tutkivan oppimisen taitoja edustavien mainintojen suhteellinen yhteisesiintyminen oppilashaastatteluisissa.

	argumen- tointi	kirjoitta- minen, jä- sentäminen	ky- syminen	lähteiden käyt- täminen	tiedonjaka- minen	yhteistyö
argumentointi						
kirjoittaminen, jä- sentäminen	3 %					
kysyminen	4 %	2 %				
lähteiden käyttäminen	5 %	8 %	4 %			
tiedonjakaminen	3 %	13 %	1 %	2 %		
yhteistyö	6 %	10 %	5 %	8 %	14 %	

Analyysissä oli kuusi analyysiluokkaa, joille oli merkitty yhteensä 190 mainintaa. Yhteisesiintymisen analyysissä frekvenssit samassa analyysiyksikössä vaihtelivat analyysiluokittain nolasta viiteentoista. Analyysiluokissa oli yhteensä 14-50 yhteisesiintymistä jonkin muun tutkivan oppimisen taidon kanssa.

Analyysissä eniten yhteisesiintymisiä eri analyysiluokkien kesken osui yhteistyölle ja kirjoittamiselle. Tulos ilmensi yhteistyön ja kirjoittamisen taidon tärkeää asemaa opiskelussa.

Tiedonjakaminen liittyi yhteistyön ja kirjoittamisen toimintaan. Oppimisprojekteissa toteutettiin eri tavoin tiedonjakamista.

Oppilashaastatteluiden jälkeen tehdyssä refleктоivassa osassa (Oppilaiden kehittämisehdotukset) nousi suurimpana asiana esiin tiedon hyödyntäminen ja sen kanssa työskentely. Oppilaat arvioivat myös, että tiedon hankintaan panostaminen ja tiedon varmistaminen ovat tärkeitä tutkivassa oppimisessa. Oppilashaastatteluiden yhteisesiintymisen analyysin tulokset olivat siten linjassa myös refleктоivan osan sisällönanalyysin kanssa.

## 6 TUTKIMUKSEN TULOSTEN TARKASTELU

Tässä luvussa tarkastellaan tutkimuksen tuloksia tutkimuskysymys kerrallaan teoreettisen viitekehyksen ja aikaisempien tutkimustulosten valossa. Tutkimus- ja kehittämistehtävä on mobiilin tutkivan oppimisen kontekstin mukaisen oppimisympäristön kuvaaminen ja kehittäminen. Tuloksia tarkastellaan myös tutkimustehtävän valossa ja luodaan kokoavasti synteesejä antamaan vastauksia asetettuihin ongelmiin.

### 6.1 Oppimisen piirteet oppilaiden kokemana opiskeltaessa luonnontieteitä mobiilissa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä (ensimmäinen tutkimuskysymys)

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen tulosten tarkastelu sisältää oppimisen piirteiden, luonnontieteiden opiskelun tietokäytänteiden ja tutkivan oppimisen taitojen merkitystä mobiilin teknologian tukeman tutkivan oppimisen oppimisympäristön näkökulmasta.

#### ***Oppimisen piirteet mobiilin teknologian tukemassa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä***

Tutkimuksen oppilashaastatteluaineiston analyysin tulokset osoittavat, että teoria-ohjaavasti ja aineistosta nousevina tutkimuksessa määritellyt oppimisen piirteet ovat *aktiivinen osallistuminen, tavoitteellisesti toimiminen, löydetyn tiedon tarkastelu, konkreettisten aineistojen käyttö, oman toiminnan säätely, opitun selittäminen uudessa tilanteessa ja ryhmässä toimiminen*. Aktiivisuutta edistävän pedagogiikan, kuten tutkiva oppimisen, avulla on mahdollista edistää monia tärkeitä mielekkään oppimisen piirteitä.

Mobiilissa tutkivan oppimisen työskentelyssä painottuvat *aktiivisen osallistumisen, tavoitteellisesti oppimisen, löydetyn tiedon tarkastelun, oman toiminnan säätelyn ja ryhmässä toimimisen* maininnat. Näiden mainintojen tasainen esiintyminen tutkimuksen kehittämissykliden haastatteluissa vahvistaa Hakkaraisen ym. (2004) esitystä, että tutkivan oppimisen tarkoitus on tukea asiantuntijalle tyypillistä tiedonhankintaa. Opetuksen järjestämiselle huomionarvoista on, että tulosten perusteella ohjaavilla kehittämistoimilla on mahdollista lisätä oppimisen piirteiden esiintymistä oppilaiden toiminnassa ainakin heidän oman kuvauksensa perusteella.

Aineistosta laskettiin myös oppimisen piirteiden yhteisesiintyminen samassa analyysiyksikössä. Tulosten perustella näyttää siltä, että tavoitteellinen oppiminen

on yhteydessä aktiivisen osallistumisen, löydetyn tiedon tarkastelun ja oman toiminnan säätelyn piirteiden kanssa. Oppijoiden luontaisen intention tukeminen pedagogisten ratkaisujen avulla onkin oppijalle hyödyllistä.

Tulosten perusteella aktiivisuus ja tavoitteellinen toiminta esiintyvät oleellisesti yhtä aikaa tutkivan oppimisen työskentelyssä. Tulokset ovat linjassa Scardamalian ja Bereiterin (1994), Jonassenin (2008) sekä Nevgin ja Tirrin (2010) esittämien päätelmien kanssa, jonka mukaan oppijan oman intention toteuttaminen lisää aktiivisuutta, ajattelua ja oppimista. Aktiivisuus oppimisessa on tärkeä ylläpitävä voima. Löydetyn tiedon tarkastelu liittyy useimmiten oman toiminnan säätelyyn. Löydetyn tiedon arvioinnin ja vertaamisen opettelun varaan rakennettu pedagogiikka mahdollistaa konstruktiivisuuden ja reflektiivisuuden kehittymistä ja siten mielekkäiden oppimiskokemusten syntymistä.

Oppilashaastatteluissa mainitaan, että työskentelyn keskeytykset voi välttää olemalla aktiivinen. Vastaus osoittaa oman toiminnan säätelyn taitoa ja käsitystä työskentelyn luonteesta. Toinen kehittämistä koskeva ajatus on, että ryhmän työskentelyssä on keskusteltava aktiivisesti. Haastattelujen perusteella aktiivinen osallistuminen, tavoitteellisesti oppiminen, löydetyn tiedon tarkastelu ja oman toiminnan säätely ovat läsnä kaikissa tutkivan oppimisen työskentelyn vaiheissa Jonassenin (2008) esittämällä tavalla.

Analyysin perusteella voidaan esittää, että tutkivan oppimisen mukaisessa työskentelyssä aktiivinen oppija on usein omatoiminen ja työskentelee intentionaalisesti hänelle merkityksellisten ongelmien parissa.

Tuloksista ilmenee, että yhteisöllisyyttä ja yhteistyötä ilmentävät maininnat kuvaavat työskentelyä. Jäsenten välinen keskustelu kuvaa pienryhmien toimintaa. Oman toiminnan säätelyn mainintoja edustavaan tulokseen sisältyy myös ryhmän jäsenten välisiä keskusteluita. Oppilaiden mukaan työskentely on motivoivaa ja sitä halutaan tehdä lisää. Tulosten perusteella nähdään myös, että työskentely ryhmässä voi olla haasteellista. Tällöin suurin puute on oppijoiden oman toiminnan ohjaamisen vaikeudet.

Opettaja-haastatteluista nousee esiin oppilasryhmän, verkkoympäristön ja opettajan lähiohjauksena antama tuki työskentelylle. Verkkoaineistosta ilmenee ohjaajan tärkeä rooli verkkokeskusteluissa. Nämä tulokset näyttävät tukevan Sinhan ym. (2015) esitystä siitä, että tietokonepohjainen rikastuva tutkiva oppimisympäristö vaatii osallistavan ja kontekstuaalisen toiminnan lisäksi sosioemotionaalista vuorovaikutusta. Näyttää mahdolliselta, että mobiilin teknologian tukemassa tutkivan oppimisen ympäristössä voidaan järjestää Sinhan esittämällä tavalla oppimisen piirteitä tukevaa yhteisöllistä työskentelyä.



### ***Luonnontieteiden opiskelun tietokäytännöt tutkivan oppimisen kontekstissa***

Oppilaiden haastatteluaineiston analyysin tulokset osoittavat, että kaikki oppilaat pystyvät luomaan järkeviä *tutkimuskysymyksiä* ja tekemään työskentelyn aikana tutkimista edistäviä tarkentavia kysymyksiä.

Aineiston analyysin tuloksissa näkyy, että *kokeilutoiminta ja koeasetelmien tekeminen* on mahdollista toteuttaa osana tutkivan oppimisen työskentelyä. Oppilaiden kokemusten mukaan koeasetelman parissa työskentely on motivoivaa, kun he pääsevät miettimään tutkittavaa ongelmaa ja ideoimaan kokeilua. Toteutettujen kokeilujen määrä jää kuitenkin tutkimuksessa vähäiseksi, mikä tältä osin heikentää tuloksen johtopäätöksestä tehtyä tulkintaa. Aiheen ankkurointi ja mahdollisuus kokeilujen tekemiseen mahdollistavat oppilaiden omien ideoiden toteuttamisen kokeilussa. Tulokset osoittavat, että tutkivan oppimisen osana voidaan käyttää koeasetelmaa. Opettajan ohjaus koeasetelman vaiheiden opettamisessa ja ideoimisessa on kuitenkin tärkeää.

Näyttää siltä, että jos tähdätään erityisesti koeasetelman kautta tutkittavan ongelman selvittämiseen, tarvitaan tutkivan oppimisen kontekstin luomisen jälkeen integroitu työskentelyvaihe. Koeasetelman kysymys- ja hypoteesiasettelu on erilainen kuin ihmettelyyn perustuvassa kysymisessä. Tavoitteena on, että oppija oppii hyödyntämään koeasetelmasta keräämäänsä aineistoa vastauksessaan, tekemään siitä johtopäätöksiä ja argumentoimaan niitä.

*Kirjoittaminen* on tulosten mukaan oleellista aktiivisen tiedon prosessoinnissa. Tässä tutkimuksessa kirjoittaminen näyttäytyy etenkin yhtenä tutkivan oppimisen taidoista, joita esitetään alaluvun lopuksi. Näyttää mahdolliselta, että muutokseen vaikuttavat tutkivan oppimisen tukemiseen kohdistetut kehittämistoimet ja opettajan pedagogisen ohjauksen kehittämistoimet.

Tulosten perusteella *Tietolähteiden käyttäminen* nousee oppilaiden tärkeimmäksi tietokäytänteeksi. Oppilaiden haastatteluaineiston analyysin tulokset vahvistavat Scardamalian (2002) esitystä, että tietolähteiden käyttäminen tiedonrakentamisessa ja tutkimusongelmaan vastaamisessa on yksi oleellisista tietokäytännöistä. Tulokset vahvistavat käsitystä, että tieto- ja viestintäteknologian avulla on mahdollista tutkia ja havainnoida kulttuurisista lähteistä sellaisia todellisen maailman ilmiöitä, joihin oppija ei itse pääse muuten käsiksi. Tulosten mukaan tietolähteiden kehittelevää käyttöä argumentoinnin tukemiseksi on syytä kuitenkin edistää.

*Tiedonjakaminen* esiintyy tuloksissa tasaisesti oppilaiden haastatteluissa ja se liittyy selvästi yhteistyön ja kirjoittamisen toimintoihin. Oppilashaastatteluiden reflektioivassa osassa nousee suurimpana asiana esiin tiedon hyödyntäminen ja sen kanssa työskentely. Oppilaiden käsitys on, tiedon hankintaan panostaminen ja tiedon varmistaminen ovat tärkeitä tutkivassa oppimisessa. Kokoavasti voidaan pää-

tellä, että tulokset ovat linjassa Scardamalian ja Bereiterin (2006) esittämän ajatuksen kanssa siitä, että oppijan on kehitettävä tiedonrakentelun taitojaan ja kyetä näkemään itsensä osana tutkivaa yhteisöä.

Oppilashaastatteluiden tuloksissa nousee esiin myös *yhteistyön ja keskustelun* merkitys tiedonjakamisessa. Oppilaat kokevat mobiilin laitteen tukevan työskentelyä, etenkin kun heillä on henkilökohtainen laite käytettävissä. Tämä mahdollistaa jokaisen oppilaan omien muistiinpanojen nopean esittämisen ja keskustelun ryhmän yhteistyössä. Analyysin tulokset ovat linjassa Bennetin ym. (2005), Harlenin ja Qualterin (2014) sekä Stolpen ja Frejdin (2014) tutkimustulosten kanssa, oppilaiden dialogisen keskustelun tärkeydestä ymmärtämisen kehittämisessä. Voidaan olettaa, että *tutkiva oppimisen työskentelyssä pienryhmien käytöllä on merkityskeskusteluista tukeva rooli*.

### ***Tutkivan oppimisen taidot***

Oppilaiden haastatteluissa mainitaan joukko geneerisiä taitoja, joita tarvitaan luonnontieteiden opiskelussa. Taitoja ovat *argumentointi, kirjoittaminen, jäsentäminen, kokeilu, kysyminen, lähteiden käyttäminen, tiedonjakaminen ja yhteistyö*.

Tulosten perusteella oppilaiden kokemukset nostavat esiin kirjoittamisen tärkeyden. Kirjoittamisen avulla kannetaan yhteisvastuuta ja tuotetaan yhteisöllistä tietoa, joka myös jaetaan verkkoympäristössä. Tutkimuksen mukaan voi olla oppijoita, joille omien ajatusten kirjoittaminen on haasteellista ja silloin saatetaan tyytyä kopiointiin. Tulokset osoittavat, että kirjoitustaito liittyy erityisesti tiedonjakamisen, yhteistyön tekemisen ja lähteiden käyttämisen taitoihin. Tulos täydentää kirjoitustaidon merkittävää asemaa tutkivan oppimisen opiskelussa, johon esimerkiksi Hakkarainen ym. (2005) on viitannut tähdentämällä, että kirjoittaminen ei ole vain tekstin tuottamista, vaan toimintaa, oppimista ja ajattelua sisältävä prosessi. Kirjoittamisen prosessit ovat yhteydessä ihmisen älyn kehittymiseen, kun se on järjestetty tavalla, joka edistää oppilaan kykyä kehitellä tietoja ja muotoilla tutkimiaan asioita omin sanoin. Synteesi tutkimuksen valossa on, että kirjoittaminen on tutkivan oppimisen työskentelyssä oleellinen tietokäytäntö, jota on syytä käyttää eri tarkoitukseen monen tutkivan oppimisen taidon kanssa.

Tulosten perusteella oppilaiden taitoa tietolähteiden käytössä argumentoinnin tukemiseksi on edistettävä. Argumentointia tietolähteistä löydetyn tai omien kokeilujen havaintoaineistoon perustuen tulisi opettaa omana taitona, jotta sitä osataisiin paremmin hyödyntää vastauksia rakennettaessa. Analyysin tulokset vahvistavat Scardamalian (2002) esitystä, että *tietolähteiden käyttäminen* tiedonrakentamisessa ja tutkimusongelmaan vastaamisessa ovat myös tärkeitä taitoja.

Synteesi on, että luokassa tapahtuvan pedagogisen kehittämistyön avulla voidaan parantaa oppijoiden tutkivan oppimisen taitoja.

## **6.2 Luonnontieteellisten työtapojen edistämisen pedagogiikka mobiilissa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä (toinen tutkimuskysymys)**

Tässä alaluvussa koostetaan toiseen tutkimuskysymykseen liittyvien analyysien tulokset. Toinen tutkimuskysymys käsittelee pedagogiikkaa luonnontieteellisten työtapojen oppimisessa mobiilin teknologian tukemassa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä. Kysymykseen vastaaminen jaetaan ilmiöihin, jotka ovat tutkivan oppimisen soveltamisen kehittämiskohdat, oppilaiden ohjaaminen ja verkko-ympäristön kehittäminen.

### ***Tutkivan oppimisen soveltaminen***

Kehittämistyön analyysin tulosten perusteella nähdään, että *kontekstin* syntymiseen ja sen avulla tutkivan oppimisen työskentelyn etenemiseen voidaan vaikuttaa. Monipuolinen aloitus ja kontekstimateriaalin käyttö yhdessä verkkokeskusteluiden kanssa muodostavat oppilaille käsityksen aihepiiristä. Tulosten perusteella verkko-ympäristöön rakentuva kontekstimateriaali, työskentelyohjeet ja resursseihin ohjaava ympäristö tukevat kontekstuaalisuutta työskentelyssä.

Verkkoaineiston kontekstikeskusteluiden analyysin tulokset osoittavat, että oppilaat pohtivat aihepiirejä useammasta näkökulmasta. Verkon kontekstikeskustelut auttavat hahmottamaan aihepiiriä. Opettajan kokemusten perusteella laitteen tuomien mahdollisuuksien vaihtelu oppimisen tukena voi edistää oppilaiden konkreettisten aineistojen käyttöä ja kontekstuaalisuuden rakentumista. Analyysin tulokset ovat linjassa Hakkaraisen ym. (2005) esityksen kanssa, että luomalla mielekäs konteksti voidaan tutkittavat ilmiöt liittää todellisen maailman ilmiöihin, joista oppilaat ovat aidosti kiinnostuneita. Tulokset tukevat myös Pedasteen ym. (2015) esitystä orientaation ja konseptoinnin käyttämisestä tutkimuspohjaisen oppimismenetelmien tärkeinä aloitusvaiheina. Kokoava vastaus on, että laajempi kontekstia käsittelevä oppimateriaali ja sen monipuolinen käsittely auttavat kontekstin luomisessa ja tutkimuskysymysten asettamisessa.

Verkkoaineiston perusteella ilmenee, että kontekstin luomisen vaiheen monipuolisella käsittelyllä on merkitystä *tutkimuskysymysten* onnistumiselle. Tulosten perusteella on mahdollista tuottaa jo työskentelyn alussa useita tutkittavaksi sopivia kysymyksiä. Tuloksista havaitaan, että oppilaiden tuottamien tutkimuskysymysten määrää voidaan kasvattaa. Tutkimuskysymysten kehittämistyö lisää oppilaiden taitoa muodostaa järkeviä kysymyksiä. Pedasteen ym. (2015) tutkimuksessa tutkimuskysymysten kehittäminen esiintyi samalla tavalla tutkimuspohjaisessa työskentelyssä. Oppilaiden kanssa opetuskeskusteluna käyty tutkimuskysymysten arviointi vei työskentelyä eteenpäin.

Opettajan käsitys on, että monipuolisten sovellusten käyttäminen tiedon käsittelyssä edesauttaa tarkentavien kysymysten syntymisessä työskentelyn aikana. Synteesinä voidaan esittää, että kontekstin luomisen monipuolisuudella, opettajan

ohjauksella, tehtävänannolla ja opetusjärjestelyillä on merkitystä oppilaiden tutkimuskysymysten kehittymiselle.

Verkkokeskusteluiden tulosten perusteella nähdään, että oppilaat pystyvät tekemään todellisia ja aitoja tutkimuskysymyksiä *tiedonrakentamisen* aloittamisessa. Ongelmalähtöisyys tukee työskentelyä. Kehiteltävien ideoiden kirjaaminen ja omien selitysten jakaminen verkossa muille oppimisyhteisön jäsenille tukee työskentelyä. Tutkimuksesta nouseva huomio on vertaisoppilaiden hyödyntäminen *tarkentavien kysymysten* tekemisessä. Tulokset osoittavat, että verkkoympäristössä käydyt keskustelut tukevat tutkivaa työskentelyotetta, sillä tiedonrakentelukeskusteluissa oppilaat tekevät vertaisilleen kysymyksiä. Opettaja-aastattelussa tulee esiin keskusteluun ja tarkentaviin kysymyksiin ohjaaminen. Analyysin tulokset tukevat Pinedan (2019) ja Linin ja Chanin (2018) tuloksia tiedonrakentamisen taitojen kehittymisestä tutkivan oppimisen työtavassa, kun tietoa ja uusia ideoita jaetaan oppimisyhteisössä tutkimusongelmiin vastaamiseksi. Pedasteen ym. (2015) havainto oli samansuuntainen. Keskusteluvaihe voi olla läsnä jokaisessa tutkimusvaiheessa. Tutkivan oppimisen yhteisöllisen työskentelyn periaate lähestyy yhteistyötä samalla joustavalla tavalla. Luovuuteen rohkaiseminen tukee opettajan mielestä esittämistä sekä kokoavaa pohtimista, jossa oppilaat tekevät päätelmiä ja tiivistelmiä. Oppilasta toimijana kuvaavat maininnat nousevat esiin opettaja-aastattelussa tukena tutkivalle työskentelylle. Tulosten perusteella työskentelytaitojen kehittyminen ja oppilaan asema toimijana kuvaavat oppilaan vastuuta omasta toiminnasta.

Aineiston perusteella yhteistyö tukee vastavuoroisen tietämyksen edistämistä ryhmässä. Analyysin tulokset tukevat Lehtisen ja Nissisen (2018) esitystä, että tutkimuksellisuuden suuntaisilla opetusmenetelmillä saavutetaan parempaa luonnontieteellistä osaamista ja asenteita. Synteesi on, että tiedonrakentamista tukevia toimintoja pystytään rakentamaan mobiiliin verkkoympäristöön siten, että ne edistävät tutkivalle oppimiselle ominaisia työtapoja ja oppijoiden episteemistä eli tietoa koskevaa toimijuutta.

Verkkoaineiston analyysissä ilmenee, että esimerkkien ja virikkeiden näyttäminen yhdistettynä erilaisten tietoteknisten sovellusten tarjontaan monipuolistaa oppilaiden *tutkimusraporttien* sisältöä. Näyttää myös siltä, että oppilaiden käsitellessä tietoa sovellusten avulla, ne auttavat tarkentavien ongelmien luomisessa. Tulosten perusteella verkkoympäristöön talletettua tutkimusraportin mallia hyödynnetään vaihtelevasti. Raportointimallin tavoitteellinen käyttäminen vaatii opettajalta aktiivisemman ratkaisun. Tuloksissa näkyy yhteistyön merkitys raportoinnin käytänteissä. Synteesi on, että verkkoympäristö tukee oppilaiden raportointia, koska jaetut tiedostot ja ohjeet ovat aina saatavilla. Oppilaille opetettavat taidot vahvistavat työskentelyn aikana opittavia tietokäytänteitä ja teknologista osaamista.

Opettajan mielestä tutkivan oppimisen joidenkin osa-alueiden käsittelyyn ei tarvitse varata yhtä paljon aikaa kuin perinteisillä tietokoneilla toimittaessa, jolloin aikaa vapautuisi käytettäväksi muuhun tutkivaan työskentelyyn.

### ***Oppilaiden ohjaaminen***

Oppilaisaineiston analyysin tulosten perusteella kehittämis- ja ohjaustoiminnan avulla on mahdollista parantaa oppilaiden taitoja. Puutteita laitteen käyttötaidossa ja oman toiminnan ohjauksessa sekä tiedon löytämisessä voidaan kehitystyöllä vähentää.

Opettaja-aineiston tulosten perusteella opettajan oma toiminta vaikuttaa merkittävästi haasteiden vähenemiseen. Tulosten mukaan oppilaiden työskentelytaidot kehittyessä haasteita esiintyy vähemmän. Tulosten perusteella keskusteluun ohjaamisen haasteeseen voidaan tehokkaasti vaikuttaa. Synteesinä voidaan esittää, että pedagogisilla ja opiskelua ohjaavilla toimenpiteillä on merkitystä laitteen tuoman vapauden ja houkuttelevuuden haasteen hallinnassa.

Opettaja-aineiston tulosten perusteella oppilaiden ohjaamiselle on kolme tarvetta. Kyse on oppimisen ja opiskelun ohjaamisesta sekä teknologian käytöstä. Opettajan *oppimista ohjaavan toiminnan* on hyvä kohdistua oppilaiden tutkivan oppimisen käytäntöjen ohjaamiseen. Keskusteluun ohjaaminen on opettajan ensisijaisia oppimista ohjaavia tehtäviä. *Opiskelun ohjaaminen* on kohdistuttava opiskelun järjestämisen ja tehtävien osittamiseen. *Mobiilin teknologian käytön ohjaaminen* tarkoittaa käyttötaitojen ohjaamisen lisäksi ohjausta, joilla usean ohjelman hyödyntäminen tukee oppilaiden työskentelyä. Tulosten mukaan verkkoympäristö tarjoaa mielekkään ohjauksellisen keskuspaikan eri työskentelyn muodoille ja siten tarpeen kokoavalle verkkoympäristölle mobiilissa työskentelyssä. Tämä vahvistaa Dengin ym. (2019) esitystä, jossa oppilaiden positiiviset kokemukset tutkivan oppimisen työskentelyyn liittyvät digitaalisiin työkaluihin vuorovaikutuksen ja opiskelun tukena. Opettajan mielestä mobiilin teknologian avulla toteutettu tutkivan oppimisen työskentely tukee oppilaan asemaa toimijana.

Tulosten perusteella *verkko-ohjaus* on tarpeellinen ohjauskeino tutkivan oppimisen työskentelyssä. Ohjaus kohdistuu työskentelyn sanalliseen ohjaamiseen verkkokeskusteluissa sekä verkkoympäristön työskentelyä ohjaavien elementtien rakentamiseen. Verkkokeskustelujen onnistumisessa on merkitystä sillä, miten opettaja ohjaa opiskelua ja miten hän pedagogisesti rytmittää keskustelut kokonaisuuteen.

Verkkokeskusteluiden tulosten perusteella ohjaajan on hyvä kohdistaa tuki niihin tutkivan oppimisen työskentelyn vaiheisiin, joissa oppilaiden omaa työskentelyä tehdään näkyväksi ja koko oppilasjoukko osallistuu keskusteluun. Tulokset osoittavat, että kysymyslause on tärkein verkkokeskusteluiden ohjauslauseen muoto. Toimintaohjeet ja kannustamalla ohjaaminen ovat myös oppilaiden toimia tukevia muotoja. Tuloksista havaitaan, että oppimistehtävänä olleet verkkokes-

kustelut ovat oppilaiden työskentelylle merkityksellisiä. Vapaaehtoiset verkkokeskustelut sen sijaan jäävät helposti vaille oppilaiden huomiota. Ajatus on linjassa Scardamalian esittämän (2002) jatkuvaa oppimista kehittävän arvioinnin kanssa, jossa arvioinnin tehtävä on kehittää tietoa tunnistamalla uusia ongelmia työskentelyn edetessä siten, että se on yhteisössä säännöllistä, tiedonrakentamiseen kuuluvaa toimintaa. Kokoavasti voidaan todeta, että ohjatuilla verkkokeskusteluilla on oppimista ja opiskelua ohjaavaa ja tukevaa merkitystä oppijoiden työskentelyssä. Verkkoympäristön sitominen ohjaukseen tukee tutkivan oppimisen työskentelyä.

Tulosten perusteella *lähiohjaaminen* on ensisijainen työtapo, kun ohjataan oppilaita tarkentavien kysymysten tekemiseen. Lähiohjaaminen nivoutuu tutkivan oppimisen tiedonrakentamisen kulttuurin kehittämiseen. Luovuuteen rohkaiseminen ja keskusteluun ohjaaminen laajentavat oppimisen ohjauksen ulottuvuuksia. Nämä toimet tukevat ideoiden moninaisuuden syntymistä. Tulokset ovat linjassa Lehtisen ja Nissisen (2018) viittaukseen tutkimuksellisten opetusmenetelmien tuomaan osaamisen ja asenteiden paranemiseen. Lähiohjaamisen tarve työskentelyn aikana voi varioida paljon. Tutkimustulokset näyttävät, että työskentelyn ongelmalähtöisyys ja ohjauksen tapojen tiedostaminen muuttavat opettajan ohjausta siten, että oppilaat esittävät enemmän tarkentavia kysymyksiä.

### ***Verkkoympäristö ja mobiilin teknologian käyttö***

Oppilas- ja opettajahaastatteluiden tulosten perusteella osallistujat kokevat verkkoympäristön keskuspaikaksi, jonne laitettujen ohjeiden avulla työskentelyä ohjataan ja rytmitetään. Mobiili oppimisympäristö, verkkoympäristö ja tutkivan oppimisen työtapo nostavat oppilaan toimijuuden tärkeään osaan. Tämä on linjassa Jonassenin (2008) esityksen kanssa, että oppijoiden tarve olla osa oppimisryhmää on mahdollista toteuttaa teknologialla tuetussa oppimisympäristössä.

*Verkkoympäristön rakenteen* kehittämisen tulokset osoittavat, että verkkoon on mahdollista rakentaa tutkivan oppimisen mukaan toteutettu verkkoympäristö, jossa otetaan huomioon Bransfordin ym. (2000) esittämät neljä piirrettä yhteisökeskeisyys, oppijakeskeisyys, tietokeskeisyys sekä jatkuva arviointi ja keskustelu. Kaikkien piirteiden tulisi olla tasapainossa, jotta verkkoympäristö olisi opiskelua ja oppimista tehokkaasti tukevaa. Tutkimuksen tulos on linjassa Cromptonin (2014) esityksen kanssa mobiilin oppimisen kehityksestä, jossa huomioidaan pedagogiset teoriat ja oppimisympäristöajattelu. Kaikkia tutkivan oppimisen osa-alueita voidaan toteuttaa edellä esitettyjen teorioiden mukaisesti verkkoympäristön tukemana.

Verkkoympäristön analyysin tulosten mukaan ympäristön monipuolinen rakenne ja käyttö tukevat yhteisöllistä tiedonrakentamista ja yhteisvastuullisuuden kehittymistä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että kaikkien oppilaiden saatavilla ollut, yhteisesti hankittu tieto demokratisoituu yhdessä oppilaan toimijan roolin ja yhteisöllisyyden kasvun kanssa. Tulosten mukaan oppilaat voivat esittää

toisilleen jatkokysymyksiä, antaa selityksiä ja kannustaa työskentelyssä. Oppilaille mahdollistuu siten verkkoympäristössä ja digitaalisten sovellusten avulla monenlaisia tiedonrakentamisen polkuja.

*Mobiilin teknologian rooli ja piirteet* työskentelyssä nousevat oppilashaastatteluaineiston tuloksissa huomionarvoisella tavalla esiin. Laitteen pieni koko yhdistettynä moniin mahdollisuuksiin koetaan ehdottomana etuna opiskelussa. Laitteen käyttö on oppilaille motivoivaa ja luontevaa ja se soveltuu tutkivan oppimisen työskentelyyn. Tulosten mukaan mobiilista laitteesta on tukea ryhmän sisäisissä merkityskeskusteluissa. Oppilaat pääsevät fyysisesti lähelle toisiaan. He pystyvät esittämään ja jakamaan jäsenille laitteelta työskentelyn kohteena olevaa aihetta. Tulosten mukaan näissä tilanteissa oppilaiden välinen keskustelu ja puhuminen aiheesta on luontevaa. Tulokset ovat linjassa Linin ja Chanin (2018) havaintojen kanssa, että tietokoneilla tuettu tiedonrakentaminen ja oppijoiden oma pohdinta auttaa heitä kehittämään käsityksiä tieteestä. Näyttää siltä, että mobiili ympäristö ja pieni henkilökohtainen laite yhdistettynä tutkivan oppimisen työtapoihin ja taitoihin tukevat yhteisöllisyyttä ja auttavat pienryhmien merkityskeskusteluissa.

Tulosten perusteella laitteen nopeus, liikuteltavuus ja kätevyys ovat tärkeimpiä etuja työskentelylle. Liikuteltavuus eri työskentelypaikkoihin yhdistettynä kätevyys ja laitteen käyttönopeuteen koetaan hyödyllisenä ja opiskelua helpottavana tekijänä. Tulosten perusteella laitteen tuomia etuja olisi hyödynnettävä joustavien oppimisympäristöjen suunnittelussa, sillä ne luovat mahdollisuuksia monien oppimisen piirteiden esiintymiselle työskentelyn aikana. Oppilaiden teknologian käytön välttämätön minäpystyvyys esiintyy tuloksissa Hatlevikin ja Hatlevikin (2018) esittämällä tavalla, kun kehitetään tv:n käyttöä opetuksessa. Kokoavasti voidaan esittää, että laitteen tuomat mahdollisuudet monimuotoiseen ja vaihtelevaan sekä luovuutta ja yhteistyötä tukevaan työskentelyyn aktivoivat oppilaita.

Tulokset osoittavat, että mobiilin teknologian tuomilla eduilla ja oppimisen piirteiden mainintojen välillä on ryhmätasolla positiivinen yhteys. Tutkimuksen aineiston perusteella on mahdollista olettaa, että mobiilin teknologian käytöllä on myönteisiä vaikutuksia mielekkään oppimisen piirteiden esiintymiselle tutkivan oppimisen kontekstissa.

Tulosten mukaan mobiilin laitteen ominaisuuksien ja sovellusten opettaminen edistävät laitteen monipuolista käyttöä. Virikkeiden näyttäminen luo aktiivisuutta, monipuolisuutta ja rohkaisee uusien sovellusten käyttöön. Verkoaineiston analyysi on samansuuntainen kuin Larun (2012) tekemä päätelmä. Siinä mobiilin teknologian tarjoumat eivät automaattisesti johda laaja-alaiseen laitteen käyttöön oppimisessa, eikä oppilaiden voida olettaa automaattisesti osaavan hyödyntää uusia teknologioita ja pedagogisia menetelmiä opiskelunsa tukena. Voidaan esittää, että perehdytettävät teknologiset mahdollisuudet aktivoivat oppilaita, motivoivat työskentelyä ja mahdollistavat monipuolisen työskentelyn sekä raportoinnin.

## 7 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS

Kyseessä on kvalitatiivinen kehittämistutkimus, jonka tehtävänä on kuvata oppimisen piirteitä mobiilia teknologiaa hyödyntävässä tutkivan oppimisen kontekstissa. Tavoitteena on kehittää mobiilin teknologian tukemaa luonnontieteiden oppimisen oppimisympäristöä tutkivan oppimisen kontekstissa siinä esiintyvien ilmiöiden avulla. Laadullisen aineiston analyysin tuloksia on raportoitu käyttäen kuvailevaa määrällistä erittelyä, jota hyödynnetty tukemaan laadullista analyysia. Tuomen ja Sarajärven (2018) mukaan laadullisen tutkimuksen luotettavuuden arvioinnille ei ole asetettu yksiselitteisiä ohjeita.

Tutkimuksellisilla valinnoilla ja raportoinnilla pyritään tässä tutkimuksessa siihen, että tutkittu ilmiö on mahdollisimman luotettavasti kuvattu ja tutkittu, jotta siitä välittyä mahdollisimman totuudenmukainen kuva. Tutkimuseettisesti noudatettiin siten Hallamaan, Lötjösen, Launiksen ja Sorvalin (2006) kuvaavia normeja. Tutkijan osuutta itse prosessissa kuvataan raportissa introspektiivisin menetelmin, jolloin tutkija arvioi toimintaansa tutkijana.

Tutkimukselle on ensiarvoisen tärkeää päästä mahdollisimman lähelle tutkimuksen kohdetta. Kehittämistutkimus mahdollistaa asiantuntijuuden hyödyntämisen kehitettäessä käytäntöjä ja malleja. Tutkimusmenetelmän valinnan ja kehittämistutkimuksen tehtävälle seuraus on se, että tutkija on käytännössä mukana ilmiötä tutkittaessa ja kehitettäessä. Tutkittavan ilmiön ainutkertaisen luonteen vuoksi (luokassa toteutettavat tutkivan oppimisen prosessit) tutkimusmenetelmäksi oli loogista valita kehittämistutkimus, jonka yksi tärkeä piirre ja edellytys on, että tutkija on oleellisella tavalla mukana suunnittelemassa ja toteuttamassa kehittämisprosessia. Juuti ja Lavonen (2013) painottivat, että sitoutumalla yhteiseen kehittämiseen ja refleктоimalla saamiaan kokemuksia luokasta opettajan kanssa, tutkijan on mahdollista saada tietoa opetuksesta. Tutkimuseettisesti keskusteltiin tutkimuksen toteuttamisesta yhteistyönä opettajan kanssa. Opettajan tehtäviin kuuluu myös opetuksen kehittäminen, joten oli perustelua suunnitella tiivistä yhteistyötä käytännössä. Tutkimuksessani vuorovaikutus opettajan ja oppilaiden kanssa oli lisäksi usein välitöntä itse oppimistapahtumissa, jolloin tutkijana pääsin hyvin lähelle kehitetyn innovaation käyttöä ja vuorovaikutusta itse käytännön oppimistilanteissa.

Kehittämistutkimuksen luotettavuuteen kohdistuu kritiikkiä esimerkiksi sen vuoksi, että sen piiriin ei ole luotu yhtenäisiä tutkimuskäytäntöjä. Tutkimusdataa kertyy usein likaa. Samalla käsite ”design” saattaa hämärtä. Dede (2004), Pernaa (2013) ja Kelly ym. (2008) totesivat, että kehittämistutkimuksen kriittinen ongelma-kohta liittyykin kehittämissyökliden arviointiin. Kelly ym. (2008) määrittelivät, että arvioinnin tehtävä kehittämistutkimuksessa liittyy tutkimustehtävän mukaiseen kehittämisen määrittelymiseen ja ohjaamiseen. Se on osa tutkimustehtävän



mukaista kehittämisen määrittelyä ja ohjaamista, jota ilman kehittämistutkimuksen tehtävä ei onnistu. Tutkijan osallistuminen tutkittavaan ilmiöön nähdään myös kritiikin paikkana kehittämistutkimuksessa. Kananen (2012) totesi, että kehittämisprosessin arvioiminen voi olla ongelmallista, jos tutkija osallistuu kehittämisprosessiin.

Tutkimukseni raportissa on kuvattu kehittämistyön arviointi- ja määrittämisprosessit dokumentointiin nojautuen. Useat tutkijat (esim. Edellsson, 2002; Juuti ja Lavonen, 2006; Kananen, 2012) korostivat systemaattisen dokumentoinnin tärkeyttä kehittämistutkimuksessa sen analyysin luetettavuuden tukemiseksi. Kananen (2012) totesi dokumentoinnin olevan edellytys tiedon levittämislle ja julkiselle esittämiselle.

Tutkimuksessa toteutettujen tutkivan oppimisen oppimisprojektien oikeaoppisuus on osa luotettavuutta. Toteutus oli suunniteltu ja toteutettu Hakkaraisen, Longan ja Lipposen esittämällä tavalla. Tutkimuksessa on dokumentoitu tarkasti toteutetut oppimisprojektit siten, että niihin kuuluvat tutkivan oppimisen mukaiset osa-alueet tehtävineen. Verkkoympäristö toimi oppimisprojektien keskuspaikkana, johon vaiheiden ohjeistus ja työskentely tallennettiin. Se toimi näin oppilaita ohjaavana tekijänä opettajan ja tutkijan lisäksi.

Tutkija oli perehtynyt tutkimusalueeseen ja tutkimuskontekstiin työnsä kautta. Tutkimuksessa toteutettujen tutkivan oppimisen oppimisprojektien suunnittelu pohjautui tutkijan yli kymmenen vuoden kokemukseen toteuttaa menetelmän mukaisia kokonaisuuksia oppilasryhmien kanssa. Tutkija on toiminut urallaan lisäksi opettajankouluttajana tietotekniikan opetuskäytön ja tutkivan oppimisen alueilla. Yhteistyökumppaneita ovat olleet kaupungin opetustoimen koulutuksen järjestäjät, yliopiston täydennyskoulutuksen järjestäjät sekä yritystoimijat. Toteutetuista oppimisprojekteista on julkaistu kokemuksia ja tuloksia eri lähteissä kuten konferensseissa, raporteissa ja tieteellisissä julkaisuissa. Tutkijan opetusryhmät ovat vuosien aikana osallistuneet yliopiston tutkimuksiin tutkivan oppimisen viitekehaksessä. Voidaan olettaa, että tutkijan opetuksen kehittämis- ja kouluttamistyö sekä yhteistyö yliopiston tutkijoiden ja muiden tahojen suunnittelijoiden kanssa on vaikuttanut myönteisesti siihen, että tutkimuksessa toteutetut opetuskokonaisuudet ovat pedagogisilta ratkaisuiltaan laadukkaita. Tämä lisää tutkimuksen luotettavuutta koskien kysymystä toteutettujen oppimisprojektien pedagogisesta lähestymistavasta ja toteutuksesta.

Laadullisen tutkimuksen perinteen mukaisesti tutkimuksen tavoite on ymmärtää tutkittavaa ilmiötä. Ihmisten toiminnan ja käytäntöjen ymmärtäminen edellyttävät tutkijalta merkityksen tulkintaa. Tämä edellyttää myös toimijan omalle toiminnalleen antaman merkitysten ymmärtämistä, tämä tarkoittaa sitä, että haastatellut ymmärtävät vastaustensa merkityksen. Merkityksen ymmärtäminen vaatii puolestaan sosiaalisen käytännön, tässä tapauksessa tutkivan oppimisen menetelmän mukaisten toimintatapojen ja sääntöjen ymmärtämistä. Rolinin (2006) mu-

kaan säännöt määrittelevät yhteisössä tietynlaisen toiminnan mahdolliseksi. Oppimisprojekteissa määriteltiin oppilasryhmän kanssa huolellisesti toiminnan pedagoginen lähestymistapa, työtavat, säännöt ja tavoitteet koko projektille sekä jokaiselle oppitunnille erikseen. Oppilasryhmän aikaisempi kokemus tutkivan oppimisen työskentelystä on tutustuttanut heidät tutkivan oppimisen käsitteisiin. Haastateltavien vastausten merkitykset ja sanallistamiset voidaan ajatella olevan tutkimuksen viitekehukseen kuuluvia. Tämän voidaan nähdä auttavan tutkijaa merkitysten tulkinnassa analyysiä tehtäessä.

Aineiston analysointiin liittyy aina tutkijan omaa tulkintaa. Kysymys on siitä, kuinka paljon tutkija haluaa kuulla ja ymmärtää keräämästään aineistosta ja kuinka paljon hän kykenee ymmärtämään aineistoa. Samalla kun tutkija analysoi ja tulkitsee tutkimaansa todellisuutta, hän myös luo uutta. Korhonen (2004) selitti, että kvalitatiivisissa tutkimuksissa tulkinnot riippuvat käytettävästä näkökulmasta ja tutkittavista ilmiöistä, niinpä tässä tutkimuksessa on pyritty pysymään tarkasti kiinni tutkittavan ilmiön käsitteissä ja aihepiirissä. Tutkimuksessa pyritään valitsemaan tätä raporttoimalla aineiston analyysiä ja tulkintoja myös aineisto-otteiden avulla. Tutkijan ja tutkittavien pitkän yhteisen kouluhistorian tutkivan oppimisen kontekstissa voidaan olettaa olevan eduksi analyysin näkökulmasta. Kielelliset ilmaukset toiminnasta ja toiminnan kohteena olevasta ilmiöstä ovat tämän tutkimuksen tutkittavien joukon ja tutkijan välillä samankaltaisia, mikä on tulostulosten analyysille luotettavuutta lisäävä seikka. Analyysivaiheen aikana tavoitteena oli havainnoida aineisto mahdollisimman tarkasti. Tätä tehtävää auttoi se, että tutkija tunsi aineiston haastattelutilanteista ja litteroinnista lähtien perinpohjaisesti. Analyysin luotettavuuden parantamiseksi toinen tutkija suoritti aineiston analyysin tarkistuksen.

Str-menetelmän käyttö tutkimuksessa on Lysten (2002) esittämällä tavalla perusteltua, sillä sen avulla voitiin lisätä haastateltaville välitöntä muistutusta verkkoympäristön avulla. Esitetyt kysymykset oppilaille kytkeytyivät ymmärrettävästi kontekstiin ja haastattelu järjestettiin vuorovaikutteisessa ryhmätilanteessa, jossa itsearviointi oli epäsuorasti mahdollista. Oppilaille voi alussa olla haasteellista ilmaista kaikkia mietteitään. Bloom (1953) muistutti str-menetelmän kritiikissään, että opiskelijat eivät yleensä kerro kaikkia ajatuksiaan, vaan kertovat tärkeimmiksi kokemansa asiat. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikkea haastateltavien mielissä liikkuneita ajatuksia ei välttämättä saada talteen. Näihin haasteeseen pyrittiin vastaamaan huolellisella haastatteluteemojen ja -kysymysten valmistelulla.

Tutkimuksen aineiston keräämiselle str-haastatteluiden tekeminen oli kriittisin vaihe. Teknologian käyttäminen haastatteluiden äänittämisessä ja virikkeiden käyttämisessä itse haastattelutilanteissa sujui vaikeuksitta. Tutkijalle esitutkimuksen haastattelu antoi kokemusta str-haastattelun tekemiseen, mutta silti oikeiden kysymysten kysyminen oikeaan aikaan ei ollut helppo tehtävä. Jotkut kysymykset eivät toistuneet kaikille ryhmille. Tähän vaikutti myös haastatteluiden osittain va-

paa luonne, kun oppilaat kertoivat ajatuksiaan ja keskustelu meni eteenpäin. Tutkija pyrki kuitenkin pysyttelemään mahdollisimman tarkasti suunnitelluissa kysymyksissä ja teemoissa. Ryhmähaastattelun haasteena on Kanasen (2012) mukaan toisaalta se, että ryhmä tuo tilanteeseen mukanaan oman vaikutuksensa. Tarkentavia kysymyksiä esitettiin, mutta tutkijan omia käsityksiä tilanteista vältettiin. Tässä auttoi myös se, että haastattelutilanteessa ei käytetty virikkeenä videokuvaa, josta tutkijan olisi vaara tehdä tulkintoja haastateltaville, vaan oppilaat saivat kertoa, miten he tietyn asian muistivat, joka otettiin esiin virikkeiden ja kysymysten avulla. Haastattelijan tuomaa vaikutusta torjuttiin haastattelutilanteessa myös siten, että kaikki jäsenet saivat ilmaista ajatuksensa tasapuolisesti ja he saivat yhtäläiset mahdollisuudet tietojensa ja kokemustensa esilletuomiseen.

Voidaan todeta, että tutkimuksen asetelma on vahvasti kontekstisidonnainen. Analyysin tulokset ovat siten sidoksissa tutkimuksen kontekstin piirteisiin ja kokemuksiin. Tämä johtaa tutkimustulosten yleistettävyyden rajallisuuteen, siten että johtopäätöksiä on tarkasteltava kyseiseen kontekstiin liittyen.

Hirsjärvi ja Hurme (2008) totesivat, että haastattelijan tulisi itse olla hyvin perillä tutkittavasta joukosta. Stimulated recall -haastattelun näkökulmasta tutkija tuntee tässä tutkimuksessa haastateltavan joukon erittäin hyvin. Oppilaantuntemus auttoi haastattelutilanteessa lisäkysymysten tekemisessä. Tutkijalla oli oppilaantuntemukseen perustuen hiljaista tietoa siitä, milloin haastateltavilla oli mahdollisesti lisää kerrottavaa. Toisaalta on mahdollista, että tutun henkilön kanssa haastateltavat kertoivat toiveita helpommin kuin aitoja kokemuksiaan. Fox-Turnbull (2011), joka huomauttaa, että haastateltavat voivat sensuroida ajatuksiaan ja ideoitaan esittääkseen itsensä suotuisammin. Stimuloidun ja puolistrukturoidun teemahaastattelun keinoin pyrittiin pitämään sisältövalidius korkeana ja annettiin haastateltaville mahdollisuuksia kertoa vapaasti kokemuksistaan. Haastattelun avoimuus ja väljyys olivat perusteltuja valintoja Roosin ja Rutasen (2014) esittämällä tavalla, koska varsinkin pienten lasten haastatteluissa hetkittäisyys ja muuntuvuus ovat pienten lasten haastatteluissa luonteenomaista. Tutkittavien ja haastattelijan yhteys toiminnan tavoitteesta ja ymmärryksestä luotiin mahdollisimman hyväksi tutkimuseettisesta näkökulmasta. Oppilaille selvitettiin tutkimuksen tavoitteet ja tekotapa sekä heidän tärkeä roolinsa kehittämistutkimuksen osana. Oppilaiden koteihin jaetussa tutkimusluvassa kerrottiin tutkimuksen tarkoitus. Oppilaille pyrittiin jakamaan välttämätön tietomäärä tutkimuksesta. Tämän tarkoitus oli jakaa ymmärrys toiminnasta tutkittavien oppilaiden kanssa, jotta tutkimuksen ja oppimisprojektien aikana puhuttaisiin samaa kieltä, mikä lisää kehittämistutkimuksen luotettavuutta. Informaatiota itse tutkimuksesta ei toisaalta haluttu jakaa liikaa, jottei se häiritsisi kehittämistyötä.

Fox-Turnbull (2007, 2011) esitti, että str-menetelmän avulla on mahdollista saada tietoa tutkittavien ajatuksista, mutta heidän todellista käyttäytymistään oppimistilanteessa sillä ei saada selville. Siksi on tärkeää, että samalla käytetään

muitakin tiedonkeruumenetelmiä, esimerkiksi observointia, haastattelua, äänityksiä, työnäytteitä. Str-menetelmän kriittisen tarkastelun yhteydessä viitataan usein myös videokameran käyttöön ja tutkijan läsnäoloon tallennettaessa stimuloitavaa aineistoa, jolloin tutkittava henkilö voi tuntea tilanteen kiusallisena tai esittää tilanteessa jollain tavoin enemmän (Vesterinen ym. 2010). Tässä tutkimuksessa ongelma ei näyttäisi kovin suurelta, sillä tutkittavaa kohdetta nauhoitettiin kokonaisuutena ja haastattelun stimulanttina käytettiin yhteistä verkkoympäristöä. Vesterinen ym. (2010) käyttivät str-haastatteluissa menestyksellisesti videoiden lisäksi virikkeenä käsitekarttatyökalulla tehtyä aineistoa, jota voidaan verrata tutkimuksen verkkoympäristöön, koska opiskelijat näkivät haastattelutilanteessa tallentamansa viestit ja tutkimusraportit. Haastatteluja ei videoitu, vaan ne äänitettiin tablet-laitteilla mahdollisimman luontevan keskustelun mahdollistamiseksi.

Tutkijan rooli itse haastattelutilanteessa on merkittävä ja siihen on suhtauduttava kriittisesti. Calderhead (1981) muistuttaa, että tutkija ei ole tutkittavan ilmiön ulkopuolella. Tutkijan asema voi vaikuttaa löydöksiin. Tutkija vaikuttaa annettuihin stimulantteihin ja haastattelun luonteeseen, samoin siihen miten aineistoa tulkitaan. Vesterinen ym. (2010) esittivätkin, että tutkijan on määriteltävä oma tehtävänsä ja str-haastattelun muoto tarkasti, jotta voi saada merkityksellistä tietoa. Haastatteluiden valmisteluun kiinnitettiin erityistä huomiota tutkijan pyytäessä teemahaastattelurunkoa varten palautetta tutkimusta ohjaavilta tohtoreilta. Haastattelut suunniteltiin Hirsjärven ja Hurmeen (2008) teemahaastattelun esitystä noudattaen.

Esitettyyn kritiikkiin vastataan tässä tutkimuksessa huolellisella kehittämisprosessin kuvauksella ja yhteistyössä tehdyllä kehittämistyöllä. Sykliä arviointi toteutettiin yhteistyössä tutkimuksen kohdeluokan luokanopettajan ja tutkijan kesken. Arvioinnissa otettiin huomioon myös oppilasryhmältä oppimisympäristöön pyydetty oppimisprojektin arviointi. Lisäksi syklien vaiheita ja analyysin tuloksia esiteltiin tutkimusryhmän seminaareissa, joissa tutkimuksen ohjaajat ja jatko-opiskelijat antoivat palautetta ja huomioita kehittämistyötä varten. Tutkijan osallistuminen itse tutkittavaan ilmiöön nähdään myös kritiikin paikkana kehittämistutkimuksessa. Tässä tutkimuksessa tutkijan rooli ilmiön synnyttämisessä ja kehittämisessä on oleellinen. Tutkittavana oleva ilmiö on osa kehittämistyötä, joten se on osa edellä kuvattua arviointityötä ja -prosessia.

Tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin kasvattamaan käyttämällä tutkimuksessa erilaisia aineistotyyppejä. Tutkimuksen aineisto pyrittiin saamaan siten kattavaksi. Kattavuudella pyrittiin siihen, että aineiston määrä on riittävä tutkimustehvälle ja analyysin pohjalta saaduista tuloksista esitettyihin tulkintoihin. Tämän vuoksi tutkimuksessa haastateltiin sekä oppilasryhmät että opettaja syklien päätteeksi sekä hyödynnettiin verkkoaineistoa kolmesta alueesta. Tämä aineiston kattavuus voidaan nähdä Tuomen ja Sarajärven (2018) esittämällä tavalla tutkimus-

aineistoon eli tiedon kohteeseen liittyväksi triangulaatioksi. Kattavuuden varmistamiseksi koko haastatteluaineistoa käytettiin analyysissä, eikä siitä otettu poimintoja.

Vesterinen ja Aksela (2013) esittivät, että kehittämistutkimuksessa kuvaukset tutkimuksen kontekstista ja tutkimusprosessista ovat tutkimuksen tuloksia. Tämän tutkimuksen raportti noudattaa perinteistä tutkimuksen raportoinnin muotoa. Menetelmiä kuvaavassa luvussa 4 päädyttiin ratkaisuun, jossa pyritään kattavasti esittämään tutkimuksen filosofinen tausta, tutkimuksen konteksti, antamaan kehittämissyörien kuvaukset osana metodologiaa ja raporttoimaan niiden tutkimiseen käytetyt aineiston keruu- ja analyysimenetelmät Tuomen ja Sarajärven (2018) kuvaaman postmoderniin tieteeseen kuuluvana metodologisena ratkaisuna. Tällä pyrittiin menetelmälliseen johdonmukaisuuteen tutkimuksen kokonaisuudessa ja raporttoimaan kehittämissyörien analyysien tulokset selvästi raportin tulososassa. Tulososa sopi kehittämissyörien kronologiseen raportointiin ja kehittämistoimenpiteiden kuvaamiseen sekä tutkimuskysymyksiin vastaamiseen, mikä toivottavasti antaa luotettavan raportin tutkimuksen etenemisestä.

## 8 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli saada tietoa siitä, millaisia oppimisen piirteitä mobiilia teknologiaa hyödyntävässä tutkivan oppimisen kontekstissa esiintyy opiskeltaessa luonnontieteitä. Tutkimuksen toinen tarkoitus oli kehittää mobiilin teknologian tukemaa luonnontieteiden oppimisen oppimisympäristöä tutkivan oppimisen kontekstissa.

### 8.1 Teoreettiset johtopäätökset

Kehittämiskohteena olleessa oppimisympäristössä esiintyneet *oppimisen piirteet* järjestyivät seitsemään luokkaan. Oleellisimmiksi piirteiksi havaittiin aktiivinen osallistuminen, tavoitteellisesti oppiminen, löydetyn tiedon tarkastelu, oman toiminnan säätely ja ryhmässä toimiminen. Nämä esiintyvät tutkimuksen kehittämissykleissä oppilaiden kuvauksissa saman suuruisina ja olivat yhteydessä toisiinsa. Piirteet sopivat Longan (2018) esitykseen mielekkästä ja korkealaatuisesta oppimisesta. Kehitetty tutkivan oppimisen oppimisympäristö näyttää suosivan yhteisön, ryhmän ja yksilön työskentelytaitojen kehittymistä Pinedan (2019) esittämällä tavalla. Oppimisen piirteistä konkreettisten aineistojen käyttöä ja opitun selittämistä uudessa tilanteessa lisäävien ohjaavia toimia tulisi vastaavasti ottaa huomioon oppimisympäristöjä kehitettäessä.

Tämän tutkimuksen tuloksena oli *tutkivan oppimisen taitojen kokonaisuus*, joka voi syntyä teknologialla tuetussa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä. Taidot kytkeytyvät aikaisempien tutkimuksien teorioihin. Tutkivan oppimisen taidot ovat joukko yleisluontoisia laaja-alaisia taitoja. Oppijoiden työskentelyssä esiintyneet tutkivan oppimisen taidot liittyivät kykyyn ratkaista useita itse asetettuja tutkimuskysymyksiä. Tutkimuksen oppilashaastatteluissa esiintyneitä taitoja olivat *argumentointi, kirjoittaminen, kokeilut, kysyminen, lähteiden käyttäminen, tiedonjakaminen ja yhteistyö*. Kun tutkivan oppimisen taitoja tarkastellaan Hakkaraisen (2009) esittämän Scardamalian ja Bereiterin tiedonrakentamisen teoriaa laajentavan tietokäytäntöjen (knowledge practices) kautta, voidaan havaita, että tutkimuksen kehittämissykleissä oli esillä monia tämänkaltaisia käytäntöjä. Tutkimuksessa esiintyneet tutkivan oppimisen taidot tuovat tietoa niistä taidoista, joita harjoittamalla voidaan myös edistää yhteisöllisten tietokäytäntöjen oppimista ja hallintaa. Tutkimus vastaa tältä osin yhteiskunnassa esitettyihin toiveisiin ajattelun-, tietojen- ja yhteistyötaitojen kehittämisestä koulutuksen avulla. Tutkimus antaa koulutuksen järjestäjille informaatiota niistä painopisteistä laaja-alaisen taitojen kentässä, joiden harjoittamista tulee painottaa tiedekasvatuksen osana.

Tuloksista ilmeni, että mitä enemmän oppijoiden omiin työskentelykuvauksiin liittyi tutkivan oppimisen taitoja, sitä useampia tutkimuskysymyksiä he pystyivät

eri tavoin selvittämään. Jonassen (2008) esitti, että mitä enemmän oppimistehtäviin sisältyy mielekkään oppimisen piirteitä, sitä enemmän saadaan aikaan mielekästä oppimista. Näyttäisi siltä, että tutkivan oppimisen taitojen opettamisella oppilaille on merkitystä oppijoiden mielekkäälle oppimiselle. Tutkivan oppimisen taitojen avulla oppijat näyttäisivät hallitsevan ja ymmärtävän paremmin tutkivaa työskentelyä, joten näitä taitoja tutkivan oppimisen työskentelyssä on syytä painottaa. Tämä vastaa myös tiedekasvatukselle asetettuihin tavoitteisiin lisätä lasten ja nuorten kiinnostusta tieteisiin. Tuloksia voidaan myös hyödyntää suunniteltaessa uusia digitaalisia applikaatioita oppimisen tueksi.

Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että panostamalla tutkimuskysymysten opettamiseen oppijoille ja kytkemällä aihepiiri kiinteästi kontekstiin, *oppilaiden esittämien tutkimuskysymysten määrää ja laatua on mahdollista kehittää.*

Tutkimus luo tietoa siitä, miten luonnontieteiden opetuksessa voidaan hyödyntää luovasti tieteenalalle tyypillistä kysymysten asettamisen harjoittamisista. Tutkimuksen perusteella voidaan päätellä samansuuntaisesti kuin Sahlberg ym. (1994), että luovassa ongelmanratkaisussa voidaan käyttää joustavasti tutkivaa oppimista, johon kuuluu avoin prosessi, joka ei kuitenkaan sulje pois kriittistä ajattelua. Tutkimuksen perusteella voidaan esittää, että ongelmakeskeisyyden tiedostaminen suuntaa opettajan ohjaustoimintaa tarkentavien kysymyksen asettamiseen. Tulosten perustella voidaan päätellä vastaavasti kuin Lipponen ja Hakkarainen (1997), että oppijoiden taitoa tehdä selittämistä vaativia tutkimuskysymyksiä voidaan harjoittaa ja ettei oppijoiden voida olettaa löytävän tutkivan oppimisen edistyneitä käytäntöjä ilman ohjausta ja mallinnusta.

Tutkimuksessa oppilaiden ilmaisut oppimisen piirteistä yhdistyvät mobiilin teknologian tuomien etujen kokemuksiin. Mitä enemmän oppilaat kokivat mobiilin teknologian tuomia etuja, sitä enemmän oppimisen piirteitä työskentelyssä oppilaiden omien kuvausten perusteella esiintyi. Tutkimuksen analyysit antoivat samansuuntaisia viitteitä kuin How People Learn II -julkaisun (2018) tutkimukset. Kun oppilailla oli vapautta ja valtaa työskentelyssään sekä mahdollisuus tehdä mielekkäitä valintoja työskentelyn aikana, he myös ottivat haasteita vastaan. Oppilaat olivat pääsääntöisesti tyytyväisiä saavutuksiinsa ja osoittivat omistajuutta työskentelynsä. Mobiilin teknologian tuomat edut kehitetyssä oppimisympäristössä näyttävät tukevan aikaisemmin esitettyjä (ks. Lin & Chan, 2018; Deng ym. 2019) tutkimustuloksia teknologialla tuettujen oppimisympäristöjen piirteistä motivoida oppijoita ja edistää oppimista mielekkäällä tavalla. Tämä tutkimus vastaa esitettyyn tarpeeseen yhdistää mielekkäällä tavalla mobiilin teknologian tukema oppimisympäristö laaja-alaisia taitoja tukevaan pedagogiseen ajatteluun siten, että teknologian käyttö on luontevaa ja työskentelyä tukevaa.

Tutkimuksen perusteella yksi käytännön opetustyötä ja teoriaa edistävä jatko-tutkimuksen aihe olisi tutkivan oppimisen mallin mukaiseen työskentelyyn integ-

roitavan kokeellisen osan käytännön kehittämistutkimus. Luonnontieteiden opetuksen traditiosta ennakkojäsentäminen ja kyselyn harjaannuttaminen voidaan toteuttaa tutkimuksen perusteella menestyksellisesti tutkivan oppimisen työtavassa. Tutkimus vahvistaa käsitystä, että ongelma- ja prosessikeskeisyys ovat tutkivan oppimisen työtavassa olennaisia. Oppijoiden oman tutkimuksellisen koeasetelman tekeminen osana tutkivan oppimisen prosessia vaatisi kuitenkin tarkempaa huomiota prosessissa. Tutkivan oppimisen kontekstin luomisen vaihe johdattelee tutkimuksen mukaan monipuoliseen kysymiseen, mutta sitä seuraavan kokeiluasetelman rakentaminen ja toteuttaminen vaatisi kehittämistä. Tämän tutkimuksen kokemuksen perusteella kokeellinen osa tulisi kiinnittää selvästi omaksi osakseen tutkivan oppimisen työskentelyyn esimerkiksi Pedasteen ym. (2015) esittämien vaiheiden mukaisesti. Tämän kehittäminen mahdollistaisi uudenlaisen tietokäytänteitä kehittävää työskentelyä, joiden avulla oppilaiden laaja-alaisia tulevaisuuden taitoja on mahdollista edistää.

## 8.2 Metodologiset johtopäätökset

Tutkimus vastaa Scardamalian, Bransfordin, Kozman ja Quellmalzin (2012) esittämään tutkimushaasteeseen tulevaisuuden taitojen ja tiedonrakentamisen yhteisöjen sosiaalisten ja teknologisten innovaatioiden kehittämisestä. Yksi ehdotettu tarve oli luoda osallistavia malleja tiedonrakentamiseen. Tämä tutkimus esittelee tutkivaa oppimista hyödyntävän pedagogisen ratkaisun mobiilissa oppimisympäristössä. Tutkimuksen toteutuksen perusteella voidaan osoittaa, että kehittämistutkimuksen avulla on mahdollista vastata edellä esitetyn kaltaisiin haasteisiin. On todettava, että tutkimuskonteksti ja -yhteistyö sijoittuivat koulumaailmaan. Tietotyöorganisaatioiden kanssa tehtävä kehittämistutkimus mahdollistaisi tiedonrakentamisen ammattilaisten näkökulmat ja resurssit kehitettäviin artefakteihin, joita myös koulu- ja aikuisopiskelukontekstissa voitaisiin hyödyntää.

Määrälliset indikaattorit tutkimuksen verkkotyöskentelystä antavat osittaisen kuvan oppilaiden työskentelystä. Ne kuvaavat käytetyn verkkoympäristön yksittäiseen tehtävään tallentuneita tietoja. On huomionarvoista, että oppilaita oli poissa joidenkin tehtävien aikana. Verkkoympäristöön kirjautumis- ja keskustelupalstojen lukukerrat tallentuivat ympäristön lokitietoihin, mutta oppilaiden liikkumista ja verkkoympäristön käyttöä oppimisen tukena ei voida näiden tietojen perusteella kovin tarkasti määritellä. Verkkotyöskentely ulottui myös muihin internetin verkkosivuihin ja applikaatioihin, joista käyttötietoja ei saada. Tutkimusraporttien valmistumisesta ei saatu verkkoympäristöstä aikaan sidottuja lokitietoja. Verkkotoiminnan analyysi kohdistui siten kehittämistyössä käytetyn verkkoympäristön käyttötietoihin ja valmiisiin tutkimusraportteihin. Tuloksia hyödynnettiin verkkoympäristön käytön pedagogisessa kehittämistyössä.



Tämän tutkimuksen perusteella voidaan esittää, että str-menetelmän sopii alakouluikäisten oppilaiden haastattelumenetelmäksi. Str-menetelmän käyttö tutkimuksessa on Lylen (2002) esittämien tutkimuksellisen arvojen mukaisena, sillä sen avulla voitiin lisätä välitöntä muistutusta ja samalla tavalla esitetyt kysymykset oppilaille voitiin kytkeä ymmärrettävästi kontekstiin mobiililaitteen avulla. Ryhmähaastattelutilanteet olivat vuorovaikutteisia, ja itsetutkiskelu oli niissä mahdollista. Kuudesluokkaiset oppilaat osallistuivat aktiivisesti haastattelutilanteisiin, joten heidän kokemuksiaan saatiin laajasti talteen. Temaattisen analyysin avulla voitiin haastatteluaineistosta tehdä teoriaohjaavaa ja aineistosta nousevaa analyysyä.

Tutkimustuloksista nousevana jatkotutkimuksen kohteena olisi hyödyllistä kehittää oppimisen analytiikan sovellus, joka tukisi verkkokeskusteluiden ja tutkimusraporttien analytiikkaa oppimisessa. Sovellus voisi koostua tutkivan oppimisen ja luonnontiedon oppimisen taitojen alueista sekä kysymysten asettelun ja niihin vastaamisen ja mediaelementtien käytön osista. Olisi eettisten periaatteiden mukaista auttaa oppilaita ja opettajaa ajoissa löytämään tuen paikkoja ja auttaa oppilaita kehittymään. Tällä tarkoitetaan niitä työskentelyhetkiä, jolloin tutkivaa työtä tekevä ryhmä ei edisty. Tämän tutkimuksen aineiston analyysissä oppijat kuvasivat näitä tilanteita eniten kehittämistä kaipaaviksi kohdiksi. Analytiikka antaisi ajantasaista tietoa kaikille, minkä jälkeen olisi helpompi ryhtyä lähiohjaamiseen analytyttistä ennakkotietoa hyödyntäen. Tarve on siis rakentaa verkkoympäristösovellus, jonne tuotetaan esimerkiksi tekstikappaletasolla elementtejä, joita oppimisen analytiikan avulla lasketaan ja määritellään. Pyrkimys olisi sisällön kehittämiseen. Tavoite olisi päästä pois lokitietopohjaisesta toiminnan analysoimisesta kohti rakentavia opiskelukäytänteitä, kaikkien oppimisyhteisön jäsenten toimintaa tukevaan ja yhdistävään analytiikkaan.

### 8.3 Käytännölliset johtopäätökset

Tutkimuksen *tuloksia voidaan hyödyntää* suunniteltaessa uusia pedagogisia ratkaisuja mobiiliin tutkivan oppimisen oppimisympäristössä käytettävälle luonnontieteellisille työtavoille. Käytännön vaikutus tutkimuksen tuloksista on tutkivan oppimisen mallia laajentava ratkaisu. Johtopäätös luonnontiedon oppimisen kontekstissa analyysin perusteella on, että siihen voidaan integroida kokeellinen osa, kuten edellä teoreettisessa osassa esitettiin. Pedagogisesti kokeellisen osan aikana opettaja ohjaa oppijoita koeasetelman ja -järjestelyiden tekemiseen sekä tarpeellisiin käsitteisiin käytettävän tieteenalan kielessä. Samalla pystytään konstruoimaan tieteenalan yleisiä käsitteitä oppilaiden ennalta omaksumiin tietoihin. Mobiililla laitteella on tässä osansa, sillä sen käyttö vapauttaa aikaa kokeellisuudelle. Tabletlaitteisiin saa erilaisia mittaussovelluksia, joiden avulla kokeellisuutta voidaan myös toteuttaa. Tässä tutkimuksessa eri sovellusten käyttö aktivoi työskentelyä ja lisäsi oppilaiden tarkentavien kysymysten esittämistä. Tämä pedagoginen ratkaisu

tukisi Longan (2018) ajatusta siitä, että koulujen ja yliopistojen oppimisympäristöjen olisi edistettävä aktiivista oppimista, tieteellistä tutkimusta, yhteistä luovaa ongelmanratkaisutaitoa ja järjestelmällistä tiedonrakentamista.

*Opettajan rooli* oppimisen edellytysten luomisessa ja ohjaamisessa on tutkimustulosten mukaan ensisijainen. Lisäksi tulokset vahvistavat käsitystä opettajan ohjaavan roolin tärkeydestä yhteisöllisyyden ja oppimisen tukena. Opettajan työssä on tulosten perusteella kyettävä ohjaamaan oppijoita monipuolisesti niin pedagogisen lähestymistavassa, opiskelun ohjaamisessa kuin teknologian käytössä. Opettajan onkin tunnistettava taitavasti ohjattavan oppilaan työn tila ja henkilökohtaiset tarpeet ohjatakseen tarkoituksenmukaisesti ja käyttääkseen tarvittavaa ohjaustyyliä edistämään oppilaan opiskelua. Ohjaavan opettajan on oltava läsnä sekä verkkoympäristössä että lähiopetuksessa. Vaikka oppijat omaksuvat hyvin tutkivan opiskelun perusajatukset ja teknologian käytön, oppimista ja opiskelua ohjaavat toimenpiteet ovat tarpeellisia. Tulos vahvistaa Lehtisen, Vahesvuoren ja Viirin (2017) esitystä siitä, että tutkimuksellista työtapaa käyttävän opettajan on kyettävä ohjaamaan sekä vuorovaikutteisesti että ohjeita antavasti, jotta käsiteltyjä kysymyksiä voidaan yhdistää tieteellisiin näkemyksiin. Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan vetää johtopäätös, jonka mukaan oppimista ja opiskelua ohjaavalla toiminnalla on mobiilissa oppimisympäristössä ensisijainen rooli tutkivan työtavan ohjaamisessa ja haasteiden vähentämisessä. Tuloksista voidaan myös päätellä, että mobiilissa verkkoympäristössä esiintyviin haasteisiin voidaan vaikuttaa tehokkaasti.

Tutkimus valottaa *käytännön pedagogiikkaa* luonnontieteellisten työtapojen oppimisessa mobiilin teknologian tukemassa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä. Oppimisprojektin alussa on oleellista selvittää tutkivan oppimisen periaatteet oppijoiden kanssa ja eritellä käytännön esimerkein tutkivan oppimisen osalueita. Kehittämistyön perusteella voidaan myös osoittaa, että tiedonrakentamisen ja -jakamisen käytännön toiminta ja tietokäytäntöjen esimerkit on käsiteltävä oppijoiden kanssa työskentelyn aikana, jotta niiden käyttö kehittyy työskentelyn tukena.

Oppilaan näkökulmasta mobiili oppimisympäristö, verkkoympäristö ja tablet-laitte toivat ryhmien sisäisiin merkityskeskusteluihin huomattavan muutoksen pöytätietokoneympäristöön verrattuna. Tutkimuksessa kehitetty oppimisympäristö mahdollisti sujuvan tiedonrakentelun pienryhmässä kasvokkain ja kulttuuristen välineiden avulla. Tällaisessa ympäristössä oppilaat pääsevät fyysisesti lähelle toisiaan ja he pystyvät esittämään luontevasti mobiilin laitteeseen tukeutuen ajatuksiaan keskusteluissa. Voidaan kootusti esittää, että tutkimuksessa kehitetyn kaltainen mobiili tutkivan oppimisen oppimisympäristö antaa apua moniin luonnontieteellisten työtapojen opetuskäytäntöihin ja tukee tiedonrakentamisen käytäntöjä. Kehitetty oppimisympäristö vastaa teknologian kehityksen ja mobiilin tiedonkulutuksen lisääntymisen kautta esiintyvään haasteeseen.

## Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa oppimisympäristössä

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että oppijat tarvitsevat yhteiset säännöt pienryhmä- ja verkkokeskustelua varten sekä opettajan ohjausta niiden aikana. Opettajan kokemuksen mukaan ohjauksen avulla on mahdollista tukea oppijoiden konstruktivistista ajattelun kehittymistä. Tämä tukee Woon ja Reevesin (2007) ajatusta, että mielekkään vuorovaikutuksen edellytys on ymmärtää vuorovaikutuksen luonne sosiokonstruktivistisessa viitekehyksessä, jotta verkkovuorovaikutuksen vaikutuksia voidaan lisätä. Tutkimuksen verkkoaineiston analyysin pohjalta voidaan lisäksi tehdä johtopäätös, jonka mukaan työskentelyn tukemiseen tarkoitetut verkkokeskustelut toimivat tavoitteellisesti, jos ne annetaan yhteisenä oppimistehtävänä.

Suotuisa mobiilin laitteen luovan käytön kehittäminen ryhmätyöskentelyssä edellyttää tämän tutkimuksen perusteella kolmea elementtiä: 1) Oppimisympäristön on oltava vapaa kokeiluille. Tutkimuksessa havaittiin, että oppijat ryhtyivät kokeiluihin, kun se nähtiin houkuttelevana. Oppilaiden on tiedettävä, että on lupa kokeilla ja tarvittaessa hakea omaa työskentelytilaa luokan ulkopuolelta. 2) Opettajan tuki ja rohkaisu luoviin ratkaisuihin ovat olennaisia tekijöitä, jotka tukevat tavoitetta. Opettajan tehtävä on selvittää oppilaille heidän omaperäisten ratkaisujen arvokkuus ja sidottava se aiemmin opittuihin tietorakenteisiin. 3) Luovan käytön edistäminen edellyttää myös pedagogisesti taitavasti rakennettua fyysistä ja henkistä oppimisympäristöä. Tutkimuksen tuloksissa oli viitteitä siitä, että oppilaiden osallistuminen kehittyi taitojen kasvaessa. Oppijolla tulee olla varma käsitys siitä, että opettaja ohjaa tarvittaessa työskentelyä, eikä esimerkiksi epäonnistunutta kokeilua tuomita. Oppimisen tilojen joustavuus tukee luovien ratkaisujen syntymistä.

Käytännön jatkotutkimuksen kohteena olisi kehittää opettajille ja oppijoille matalan kynnyksen tutkivan oppimisen soveltamista ohjaava mobiilin teknologian applikaatio, joka tukisi pedagogisesta teoriasta käsin käytännön ratkaisuja, kun opettaja valmistelee opiskeluprosessia. Tutkimuksessa havaittiin, että opettajan ja oppilaiden tietämys pedagogisesta taustateoriasta lisäsi heidän sitoutumistaan työskentelyyn ja käsitystä työskentelyn päämäärästä. Applikaation rakenne sisältäisi ajatukset tutkimuksen mukaisesti oppijan ja opettajan roolista ja tarvittavat työkalut. Applikaatio yhdistäisi samanaikaisesti opettajan ja oppilaiden perehtymisen teoriaan ja omaan opiskeluprosessiin. Mobiilin applikaatioon voitaisiin liittää puheentunnistusteknologian ominaisuuksia tunnistamaan tärkeitä käsitteitä pienryhmäkeskusteluista. Ominaisuus tukisi tiedonrakentelun kehittymistä muodostamalla niistä esimerkiksi käsitekartan, jonka avulla ryhmä voisi edetä tutkimuksissaan.

## Lähteet

- Ahtee, M. (1991). Työtavat ja luonnontieteen opetus. Teoksessa P. Sahlberg (toim.), *Luonnontieteiden opetuksen työtapoja* (s. 25-29). Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda. *Educational Technology & Society*, 11(4), 29–40.
- Annevirta, T., & Iiskala, T. (2003). *Miten tukea oppilaiden metakognitiota luokkatyöskentelyssä?* Oppimistutkimuksen keskus. Turun yliopisto. Turku: Painosalama Oy.
- Apaja, V. (2013). *Mitä on pistorasiasta tuleva sähkö?* Viitattu 21.4.2017. <http://www.hs.fi/tiede/art-20000002608746.html>.
- Arminen, I., & Raudaskoski, S. (2003). Tarjoumat ja tietotekniikan tutkimus. *Sosiologia*, 4, 279-296.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology. A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart, and Winston, Inc.
- Bennett J., Lubben F., Hogarth S., & Campbell B. (2005). *A systematic review of the use of small-group discussions in science teaching with students aged 11-18, and their effects on students' understanding in science or attitude to science*. Department of Educational Studies. Research Paper 2005/05 Review summary. York: University of York.
- Biesta, G., J., J., & Burbules, N. C. (2003). *Pragmatism and Educational Research*. Lanham: Rowman & Littlefield publishers, Inc.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. Teoksessa P. Griffin, B. McGaw & E. Care (toim.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (s. 17-66). New York: Springer.
- Bloom, B.S. (1953). Thought-prosesses in lectures and discussions. *Journal of General Education*, 7, 160-169.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (toim.) (2000). *How People Learn - Brain, Mind, Experience, and School*. Expanded edition. Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council. National Academy Press, Washington, D.C.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3, 77-101.

- Apaj, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178.
- Brown, J., S. (2013). *Learning in and for the 21<sup>st</sup> Century*. Viitattu 23.4.2017. CJ Koh Professorial Lecture Series No. 4. National Institute of Education Singapore. <http://www.john-seelybrown.com/CJKoh.pdf>.
- Bruner, J. S. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1996). *The culture of education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Calderhead, J. (1981). Stimulated Recall: a Method for Research on Teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 51, 211–217.
- Chan, C. K., K. (2013) Collaborative Knowledge Building. Towards a Knowledge Creation Perspective. Teoksessa C. E. Hmelo-Silver, C. A. Chinn, C. K. K. Chan & A. M. O'Donnell (toim.), *International Handbook of Collaborative Learning* (s. 437-461.) New York: Routledge.
- Chi, M. T. H. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *The Journal of the Learning Sciences*, 6, 271–315.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. San Francisco: Pfeiffer.
- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. Teoksessa E. Scanlon & T. O'Shea (toim.), *New directions in educational technology* (s. 15–22). Berlin: Springer.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42.
- Crompton, H. (2014). A Diachronic Overview of Technology Contributing to Mobile Learning: A Shift towards Student-Centred Pedagogies. Viitattu 8.8.2018. Teoksessa M. Ally & A. Tsinakos (toim.), *Perspectives on Open and Distance Learning: Increasing Access through Mobile Learning* (s. 7-16). Vancouver: Commonwealth of Learning and Athabasca University. <http://oa-sis.col.org/handle/11599/558>.
- De Corte, E. (2000) Marrying theory building and the improvement of school practice: a permanent challenge for instructional psychology. *Learning and Instruction*, 10(3), 249-266.

- Dede, C. (2004). If Design-Based Research is the Answer, What is the Question? A Commentary on Collins, Joseph, and Bielaczyc; diSessa and Cobb; and Fishman, Marx, Blumenthal, Krajcik, and Soloway in the JLS Special Issue on Design-Based Research. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 105-114.
- Deng, X., Wang, M., Chen, H., Xie, J. & Chen, J. (2019). Learning by progressive inquiry in a physics lesson with the support of cloud-based technology. *Research in Science & Technological Education*. doi:10.1080/02635143.2019.1629408.
- Design-Based Research Collective (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. Viitattu 24.4.2016. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.  
<http://www.designbasedresearch.org/reppubs/DBRC2003.pdf>
- DiSessa, A. A., & Cobb, P., (2004). Ontological Innovation and the Role of Theory in Design Experiments. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 77-103.
- Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105–121.
- Fox-Turnbull, W. (2007). *Stimulated Recall Using Autophotography - A Method for Investigating Technology Education*. University of Canterbury, Christchurch. Viitattu. 24.4.2016. <http://www.itea-connect.org/Conference/PATT/PATT22/FoxTurnbull.pdf>.
- Fox-Turnbull, W. (2011) Autophotography: A Means of Stimulated Recall for Investigating Technology Education. Teoksessa C. Benson & J. Lunt (toim.), *International Handbook of Primary Technology Education. Reviewing the Past Twenty Years*. (s. 195-209). Rotterdam: Sense Publishers.
- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2013). Design Research from the Learning Design Perspective. Teoksessa T. Plomp & N. Nieveen (toim.), *Educational Design Research. Part A: An introduction* (s. 72-113). Enschede: SLO. Netherlands institute for curriculum development.
- Griffin, P., Care, E. & McGaw, B (2012). The Changing Role of Education and Schools. Teoksessa P. Griffin, B. McGaw & E. Care (toim.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (s. 1-15). New York: Springer.
- Hakkarainen, K., Bollström-Huttunen, M., Pyysalo, R., & Lonka, K. (2005). *Tutkiva oppiminen käytännössä: Matkaopas opettajille*. Helsinki: WSOY.
- Hakkarainen, K. Lonka, K., & Lipponen, L. (2004). *Tutkiva oppiminen: järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjänä*. Helsinki: WSOY.

- Hakkarainen, K. (2003a). Emergence of Progressive-inquiry Culture in Computer-supported Collaborative learning. *Learning Environments Research* 6, 199–220.
- Hakkarainen, K. (2003b). Progressive Inquiry in a Computer-Supported Biology Class. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1072-1088.
- Hakkarainen, K. (2009). A knowledge-practice perspective on technology-mediated learning. *Computer-Supported Collaborative Learning*, 4, 213–231.
- Hallamaa, J., Lötjönen, S., Launis, V., & Sorvali, I. (2006). Humanistisen ja yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen normit. Teoksessa J. Hallamaa, V. Launis, S. Lötjönen & I. Sorvali (toim.), *Etiikkaa ihmistieteille* (s. 397-415). Suomalaisen kirjallisuuden seura. Helsinki: Hakapaino Oy.
- Hargreaves, K. (2003). *Teaching in the Knowledge Society: Education in the Age of Insecurity*. New York: Teachers College Press.
- Harju, V. (2014). Tulevaisuuden taidot oppimisen lähtökohtana. Teoksessa H. Niemi, & J. Multisilta (toim.), *Rajaton luokkahuone* (s. 36-49). Juva: PS-kustannus.
- Harlen, W., & Qualter, A. (2014). The Teaching of Science in Primary Schools. Sixth edition. Glasgow: Routledge.
- Hartikainen, A. (2007). *Seitsemäsluokkalaisten oppilasryhmän interpsykologiset oppimisprosessit tutkivan oppimisen kontekstissa*. Joensuun yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Akateeminen väitöskirja. Joensuu: Joensuun yliopistopaino.
- Hasni, A., Bousadra, F., Belletête, V., Benabdallah, A., Nicole, M.C., & Dumais, N. (2016). Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K–12 levels: a systematic review. *Studies in Science Education*, 52(2), 199-231.
- Haßler, B, Major, L., & Hennessy, S. (2016). Tablet use in schools: a critical review of the evidence for learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32, 139–156.
- Hatlevik, I., & Hatlevik, O. E. (2018). Examining the Relationship Between Teachers' ICT Self-Efficacy for Educational Purposes, Collegial Collaboration, Lack of Facilitation and the Use of ICT in Teaching Practice. *Frontiers in psychology*, 9, 935. doi:10.3389/fpsyg.2018.00935
- Hayes, D. N. A. (2007). ICT and learning: Lessons from Australian classrooms. *Computers & Education*, 49(2), 385-395
- Hill, J. R. (2012). Learning Communities. Theoretical Foundations for Making Connections. Teoksessa D. H. Jonassen & S. Land

- (toim.), *Theoretical Foundations of Learning Environments* (s. 268-285). Second edition. New York: Routledge.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2001). *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi.
- Hirsjärvi, S., & Hurme, H., (2008). *Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University press.
- Häkkinen, P., Juntunen, M., & Laakkonen, I. (2011). Tulevaisuuden oppimisympäristöt? Yksilölliset ja yhteisölliset oppimisen tilat. Teoksessa K. Pohjola (toim.), *Uusi koulu. Oppiminen mediakulttuuriin aikakaudella* (s. 51-63). Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Ilomäki, L. (2005). Kuinka kysymysten ohjaamaa tutkimusta voidaan käyttää yläasteella? Teoksessa K. Hakkarainen, M. Bollström-Huttunen, R. Pyysalo & K. Lonka, *Tutkiva oppiminen käytännössä: Matkaopas opettajille* (s.131-134). Helsinki: WSOY.
- Ilomäki, L., Paavola, S., Lakkala, M., & Kantosalo, A. (2016). Digital competence – an emergent boundary concept for policy and educational research. *Educational and Information Technologies*, 21, 655-679.
- Jonassen, D. H. (1999). Constructivist learning environments on the web: engaging students in meaningful learning. *The educational technology conference and exhibition*. Singapore. Retrieved September 24, 2003. Viitattu 28.9.2018. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi:10.1.1.137.618&rep=rep1&type=pdf>.
- Jonassen, D. H. (2002). Engaging and Supporting Problem Solving in Online Learning. *Quarterly Review of Distance Education*, 3(1), 1-13.
- Jonassen, D. H., Howland, J., Marra, R., & Crismond, D. (2008). *Meaningful Learning with Technology*. Pearson Merrill Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Joutsenvirta, T., & Myyry, L. (toim.) (2010). *Sulautuva opetus - käytäntöjä ja pedagogiikkaa*. Viitattu 26.11.2017. Valtiotieteellisen tiedekunnan verkko-opetuksen kehittämisyksikkö. Verkkojulkaisu. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/158388/sulautuva2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Juuti, K. (2005). *Towards Primary School Physics Teaching and Learning. Design Research Approach*. Research report 256. University of Helsinki. Faculty of Behavioral Sciences. Department of Applied Sciences of Education. Helsinki: Yliopistopaino.
- Juuti, K., & Lavonen, J. (2006). Design-Based Research in Science Education: One Step towards Methodology. *NorDiNa: Nordisk tidsskrift i naturfagdidaktik*, 2, 54-68.



- Juuti, K., & Lavonen, J. (2013). Design-tutkimukseen osallistuvien opettajien rooli tutkimuksen eri vaiheissa. Teoksessa Pernaa, J. (toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla* (s. 45-67). Juva: PS-kustannus.
- Juuti K., Lavonen J., & Meisalo V. (2016). Pragmatic Design-Based Research – Designing as a Shared Activity of Teachers and Researchers. Teoksessa (toim.), D. Psillos & P. Kariotoglou *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences* (s. 35-46). Springer, Dordrecht. doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5\_3.
- Kananen, J. (2012). *Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas*. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 134.
- Kauppila, R., A. (2007). *Ihmisen tapa oppia. Johdatus sosiokonstruktiiviseen oppimiskäsitykseen*. Juva: WS Bookwell.
- Kelly, A. E., Lesh R. A., Baek J. Y., & Bannan-Ritland. B. (2008). Enabling Innovations in Education and Systematizing their Impact. Teoksessa A. E. Kelly, R. A. Lesh & J. Y. Baek J (toim.), *Handbook of Design Research Methods in Education. Innovations in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching* (s. 3-18). New York: Routledge.
- Kesonen, M., Leinonen, R., Herranen, J., Asikainen, M., & Hirvonen, P. (2017). Argumentointi luonnontieteissä ja sen painottamisen mahdollisuudet luonnontieteiden kouluopetuksessa. Viitattu 8.11.2018. *LUMAT-B: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 2(4), 6-15. <https://www.lumat.fi/index.php/lumat-b/article/view/321>.
- Korhonen, P. (2004). Lasten haastattelu haasteena. Teoksessa Eskola, J., Koski-Jännes, A., Lamminluoto, E., Saaranen, A., Saastamoinen, M., & Valtanen, K. (toim.), *Tutkimusmenetelmällisiä reflektioita* (s. 31-42). Kuopion yliopisto. Kuopio: Kuopio University Press.
- Koskinen, R. (2016) *Mielekäs oppiminen matematiikan opetuksen lähtökohtana. Systemaattinen analyysi Journal for Research in Mathematics Education aikakauslehden artikkelien pohjalta*. Akateeminen väitöskirja. Helsingin yliopisto. Käyttäytymistieteellinen tiedekunta. Tutkimuksia 379. Helsinki: Picaset Oy.
- Krajcik, J. S. & Blumenfeld, P. C. (2006) Project-Based Learning. Teoksessa R. K. Sawyer (toim.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. (s.317-333). Cambridge: Cambridge University Press.
- Krajcik, J., & Merritt, J. (2012). Engaging students in scientific practices: What does constructing and revising models look like in the science classroom? *The Science Teacher*, 79(3), 38-41.

- Krajcik, J. S., & Czerniak, C. M. (2014). *Teaching science in elementary and middle school: A project-based approach*. London, UK: Taylor and Francis.
- Krajcik, J., & Shin, N. (2015). Project-based learning. Teoksessa K. Sawyer (toim.), *The Cambridge handbook of the learning sciences 2nd ed.* (s. 275–297). New York: Cambridge University Press.
- Kumpulainen, K., Krokfors, K., Lipponen, L., Tissari, V., Hilppö, J., & Rajala, A. (2010). *Oppimisen sillat. Kohti osallistavia oppimisympäristöjä*. CICERO Learning, Helsingin yliopisto. Helsinki: Yliopistopaino.
- Kustannusosakeyhtiö Otava (2011). *Luonnonvarat ihmisen käytössä*. Oppimisaihio.
- Lakkala, M., Ilomäki, L., & Palonen, T. (2007). Implementing virtual, collaborative inquiry practices in a middle school context. *Behaviour & Information Technology*, 26(1), 37–53.
- Lakkala, M., & Lallimo, J. (2002). Verkko-oppimisen organisointi ja ohjaaminen kohti tutkivaa ongelmakeskeistä oppimista. Teoksessa K. Koskinen, T. Renko & E. Vihervaara (toim.), *Etälukion käsikirja. Ohjeita ja malleja etäopetuksen aloittamiseen ja käytännön työhön* (s. 46–59). Helsinki: Opetushallitus.
- Lakkala, M. (2010). *How to design educational settings to promote collaborative inquiry: Pedagogical infrastructures for technology enhanced progressive inquiry*. Doctoral dissertation, University of Helsinki, Institute of Behavioral Sciences, Studies in Psychology 66. Helsinki: Helsinki University Print.
- Lakkala, M. (2012) Tutkiva oppiminen. Teoksessa L. Ilomäki (toim.), *Laatua E-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa* (s. 93–99). OPH oppaat ja käsikirjat. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy.
- Lakkala, M., Muukkonen, H., Paavola, S., & Hakkarainen, K. (2008). Designing Pedagogical Infrastructures in University Courses for Technology-Enhanced Collaborative Inquiry. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 3(1), 33–64.
- Lakkala, M., & Ilomäki, L. (2015). A case study of developing ICT-supported pedagogy through a collegial practice transfer process. *Computers & Education 1 December 2015*, 90, 1–12.
- Laouris, Y., & Eteokleous, N. (2005). *We need an educationally relevant definition of mobile learning*. Konferenssiesitys. Paper presented in 4th World conference on mLearning. doi:10.1.1.106.9650&rep=rep1&type=pdf.
- Laru, J. (2012). *Scaffolding Learning Activities With Collaborative Scripts And Mobile Devices*. Akateeminen väitöskirja. Oulun yliopisto. Tampere: Juvenes Print.

- Lavonen, J., Meisalo, V., Juuti, K., Aksela, M., & Mikkola, K., Heikinheimo, S., & Poutiainen, S. (2000). *Malux-kirjasto*. Viitattu 6.3.2016. Helsingin yliopisto, Opettajankoulutuslaitos, Matemaattisten aineiden opetuksen tutkimus- ja kehittämiskeskus. <http://www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/>.
- Lavonen, J., Juuti, K., Kallunki, V., Meisalo, V., Mikama, A., Suhonen, M., Lepikkö, J., & Jokinen, J. (2006). Viitattu 6.3.2016. *Fysiikan menetelmät ja kvalitatiiviset mallit, Sähkö ja magnetismi*. Helsingin yliopiston soveltavan kasvatustieteen laitos. <http://www.edu.helsinki.fi/astel-ope>.
- Lavonen, J., Juuti, K., Aksela, M., & Meisalo, V. (2006). A Professional Development Project for Improving the Use of ICT in Science Teaching. *Technology, Pedagogy and Education*, 15(2), 159–174.
- Lavonen, J., & Laaksonen, S., (2009). Context of Teaching and Learning School Science in Finland: Reflections on PISA 2006 Results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922–944.
- Lavonen, J., Korhonen, T., Kukkonen, M., & Sormunen, K. (2014). Innovatiivinen koulu. Teoksessa H. Niemi, & J. Multisilta (toim.), *Rajaton luokkahuone* (s. 86–113). Juva: PS-kustannus.
- Lehtinen, A., Lehesvuori, S. & Viiri, J. (2017). The connection between forms of guidance for inquiry-based learning and the communicative applied – a case study in the context of pre-service teachers. *Research in Science Education*, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9666-7>.
- Lehtinen, A., & Nissinen, K. (2018) Tutkimuksellisuus luonnontieteissä ja sen yhteys luonnontieteelliseen osaamiseen Suomessa. Teoksessa J. Rautopuro & K. Juuti (toim.), *PISA pintaa syvemmältä. PISA 2015 Suomen pääraportti* (s. 175–194). Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
- Lemke, J. L. (2001). Articulating Communities: Sociocultural Perspectives on Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296–316.
- Lemke, C., Coughlin, E., & Reifsnider, D. (2009). *Technology in schools: What the research says: An update*. Culver City: Cisco.
- Lin, F., & Chan, C., K., K. (2018). Promoting elementary students’ epistemology of science through computer-supported knowledge-building discourse and epistemic reflection. *International Journal of Science Education*, 40(6), 668–687.

- Lipponen, L. & Hakkarainen, K. (1997). Developing culture of inquiry in computer-supported collaborative learning. *CSCCL '97 Proceedings of the 2nd international conference on Computer support for collaborative learning*, 171-175.
- Lipponen, L., Rahikainen, M., Lallimo, J., & Hakkarainen, K. (2003). Patterns of participation and discourse in elementary students' computer-supported collaborative learning. *Learning and Instruction*, 13, 487-509.
- Littleton, K., Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., Rowe, D., & Sams, C. (2005). Talking and thinking together at key stage 1. Early years. *An International Journal of Research and Development*, 25, 167-182.
- Lonka, K., Pyhältö, K., & Lipponen, L. (2009). Tutkimalla oppimassa – tutkiva oppiminen yliopistossa. Teoksessa S. Lindblom-Ylänne & A. Nevgi (toim.), *Yliopisto-opettajan käsikirja* (s. 254-261). Helsinki: WSOYpro.
- Lonka, K. (2015). *Oivaltava oppiminen* (1. painos.). Helsinki: Otava.
- Lonka, K. (2018). *Phenomenal learning from Finland* (1. painos.). Helsinki: Edita.
- Lyle, J. (2002). Stimulated Recall: a report on its use in naturalistic research. *British Educational Research Journal*, 29 (6), 861-878.
- Löfström, E., Kanerva, K., Tuuttila, L., Lehtinen, A., & Nevgi, A. (2010). *Laadukkaasti verkossa. Verkko-opetuksen käsikirja yliopisto-opettajille*. Viitattu 18.4.2017. Yliopistopaino. Helsinki. [http://www.helsinki.fi/julkaisut/aineisto/hallinnon\\_julkaisu\\_71\\_2010.pdf](http://www.helsinki.fi/julkaisut/aineisto/hallinnon_julkaisu_71_2010.pdf).
- Manninen, J. (2003). Ohjaus verkkopohjaisessa oppimisympäristössä. Teoksessa J. Matikainen (toim.), *Oppimisen ohjaus verkossa* (s. 27-40). Helsingin yliopiston tutkimus- ja koulutuskeskus Palmenia. Palmenia kustannus. Helsinki: Yliopistopaino.
- Mannisenmäki, E. (2003). Verkko-ohjaajan tehtävät ja rooli. Teoksessa J. Matikainen (toim.), *Oppimisen ohjaus verkossa* (s. 41-54). Helsingin yliopiston tutkimus- ja koulutuskeskus Palmenia. Palmenia kustannus. Helsinki: Yliopistopaino.
- Matikainen J. (2003). Ohjaus verkkovuorovaikutuksena. Teoksessa J. Matikainen (toim.), *Oppimisen ohjaus verkossa* (s. 55-67). Helsingin yliopiston tutkimus- ja koulutuskeskus Palmenia. Palmenia kustannus. Helsinki: Yliopistopaino.
- Mercer, N. (1996). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. *Learning and Instruction*, 6(4), 359-377.
- Mercer, N. (2000). *Words & Minds. How we use language to think together*. London: Routledge.

- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359-377.
- Minner, D., D., Levy, A., J., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2018). *How People Learn II: Learners, Contexts, and Cultures*. Washington, DC: The National Academies Press. doi.org/10.17226/24783.
- Nevgi, A., & Tirri, K. (2003). *Hyvää verkko-opetusta etsimässä*. Suomen kasvatustieteellinen seura. Kasvatusalan tutkimuksia 15. Turku: Suomen kasvatustieteellinen seura.
- Nevgi, A., & Lindblom-Ylänne, S. (2009). Oppimisen teorialat. Teoksessa Lindblom-Ylänne, S., & Nevgi, A. (toim.), *Yliopisto-opettajan käsikirja* (s. 194-236). Helsinki: WSOYpro.
- Norrena, J. (2013). *Opettaja tulevaisuuden taitojen edistäjänä. "Jos haluat opettaa noita taitoja, sinun on ensin hallittava ne itse"*. Akateeminen väitöskirja. Studies in computing 169. University of Jyväskylä. Jyväskylä: Jyväskylä University Printing House.
- OECD (2004). *Completing the foundation for lifelong learning*. Viitattu 26.3.2016. An OECD survey of upper secondary schools. [http://www.coreched.ch/publikationen/oecd\\_upp\\_second.pdf](http://www.coreched.ch/publikationen/oecd_upp_second.pdf)
- OECD (2006). *Are Students Ready for a Technology-Rich World? What PISA Studies Tell Us*. Paris: OECD Publications.
- OECD. (2009). *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD countries*. Viitattu 22.8.2018. EDU workin paper no.41. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP\(2009\)20&docLanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP(2009)20&docLanguage=en).
- OECD (2014). *New Insights from TALIS 2013. Teaching and Learning in Primary and Upper Secondary Education*. Viitattu 22.8.2018. [https://read.oecd-ilibrary.org/education/new-insights-from-talis-2013\\_9789264226319-en#page15](https://read.oecd-ilibrary.org/education/new-insights-from-talis-2013_9789264226319-en#page15).
- OECD (2016). *Skills for a Digital World. Background Paper for Ministerial Panel 4.2*. Viitattu 22.8.2018. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/ICCP/IIS\(2015\)10/FINAL&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DSTI/ICCP/IIS(2015)10/FINAL&docLanguage=En).
- OECD (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. PISA, OECD Publishing, Paris. doi:10.1787/9789264266490-en
- OECD (2018). *Preparing Our Youth For An Inclusive And Sustainable World. The OECD PISA global competence framework*. Viitattu

- 7.4.2019. <https://www.oecd.org/education/Global-competency-for-an-inclusive-world.pdf>.
- Oldfather, P., West, J., White, J., & Wilmarth, J. (1999). *Learning through children's eyes: Social constructivism and the desire to learn. Psychology in the classroom*. Washington: American Psychological Association.
- Opetushallitus (2006). *E-learning Nordic 2006. Impact of ICT on education*. Viitattu 19.2.2017. Copenhagen: Ramboll Management. [http://www.oph.fi/download/47637\\_eLearning\\_Nordic\\_English.pdf](http://www.oph.fi/download/47637_eLearning_Nordic_English.pdf).
- Opetushallitus (2004). *Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 2004*. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.
- Opetushallitus (2014). *Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet: 22.12.2014. 4.painos*. [www.oph.fi](http://www.oph.fi).
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (2010). *Koulutuksen tietoyhteiskuntakehittäminen 2020. Parempaa laatua, tehokkaampaa yhteistyötä ja avoimempaa vuorovaikutusta*. Viitattu 3.8.2018. Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2010:12 [http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2010/Koulutuksen\\_tietoyhteiskuntakehittaminen\\_2020.html?lang=fi&extra\\_locale=fi](http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2010/Koulutuksen_tietoyhteiskuntakehittaminen_2020.html?lang=fi&extra_locale=fi).
- Opetus- ja kulttuuriministeriö (2014). *Suomi tiedekasvatuksessa maailman kärkeen 2020. Ehdotus lasten ja nuorten tiedekasvatuksen kehittämiseksi*. Viitattu 3.8.2018. Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2014:17 <http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2014/tiedekasvatus.html>.
- Padget, S. (2013). An introduction to creativity and critical thinking. Teoksessa H. Gadsby, A. Bullivant & S. Padget (toim.), *Creativity and Critical Thinking* (s. 1-15). London: Routledge. doi.org/10.4324/9780203083024.
- Park, Y. (2011). A Pedagogical Framework for Mobile Learning: Categorising Educational Applications of Mobile Technologies into Four Types. Teoksessa Ally, M., & Tsinakos, A. (toim.), *Increasing Access through Mobile Learning* (s. 27-48). Vancouver: Commonwealth of Learning and Athabasca University.
- Pasanen, H. (2003). Mitä ohjaus on? Teoksessa Matikainen, J. (toim.), *Oppimisen ohjaus verkossa* (s. 11-24). Helsingin yliopiston tutkimus- ja koulutuskeskus Palmenia. Palmenia kustannus. Helsinki: Yliopistopaino.
- Patrikainen, S., & Toom, A. (2004). Stimulated Recall-opettajan interaktiivisen ajattelun ja toiminnan tutkimisen menetelmä. Teoksessa Kansanen, P., & Uusikylä, K. (toim.), *Opetuksen tutkimuksen monet menetelmät* (s. 239-260). Juva: WS Bookwell.

- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., A., de Jong, T., van Riesen, S., A., N., Kamp, E., T., Manoli, C., M., Zacharia, Z., C. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review* 14, 47–61. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pernaa, J. (toim.) (2013). *Kehittämistutkimus opetuslalla*. Juva: PS-kustannus Bookwell.
- Perttula, J. (1995). Kokemuksen tutkimisen luotettavuudesta. *Kasvatus*, 26(1), 39-47.
- Piaget, J. (1971). *The Psychology of Intelligence*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1988). *Lapsi maailmansa rakentajana*. Juva: WSOY.
- Pineda, L. A. (2019). Progressive-Guided Inquiry in Chemistry: Effects on Students' Knowledge-Building Practices. *Alipato: A Journal of Basic Education*. Viitattu 10.3.2020. <https://journals.upd.edu.ph/index.php/ali/article/view/6867/5953>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (toim.) (2013). *Educational Design Research. Part A: An introduction*. Netherlands institute for curriculum development. Enschede: SLO.
- Prawat, R., S. (1992) Teachers' Beliefs about Teaching and Learning: A Constructivist Perspective. *American Journal of Education*, 100(3), 354-395.
- Pritchard, A., & Woollard, J. (2010). *Psychology for the Classroom: Constructivism and Social Learning*. Routledge: New York.
- Puolimatka, T. (2002). *Opetuksen teoria. Konstruktivismista realismiin*. Vammala: Tammi.
- Richardson, V. (2003). Constructivist Pedagogy. *Teachers College Record*, 105(9), 1623-1640.
- Rolin, K. (2006). Humanistisen ja yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen perinteet. Teoksessa J. Hallamaa, V. Launis, S. Lötjönen & I. Sorvali (toim.), *Etiikkaa ihmistieteille* (s. 108-123). Suomalaisen kirjallisuuden seura. Helsinki: Hakapaino Oy.
- Roos, P., & Rutanen, N. (2014) Metodologisia haasteita ja kysymyksiä lasten tutkimushaastattelussa. *Journal of Early Childhood Education Research*, 3(2), 27–47.
- Rubens, W., Emans, B., Leinonen, T., Gomez Skarmeta, A., & Simons, R.-J. (2005). Design of web-based collaborative learning environments. Translating the pedagogical learning principles to human computer interface. *Computers & Education*, 45, 276–294.
- Ruokamo, H., & Pohjolainen, S. (toim.) (1999). *Etäopetus multimediaverkoissa*. Digitaalisen median raportti. Helsinki: TEKES.

- Ruokamo, H., Tella, S., Vahtivuori, S., Tuovinen, H. & Tissari, V. (2003). Pedagogiset mallit verkko-opetuksen suunnittelussa, toteutuksessa ja arvioinnissa (HelLa projekti). Teoksessa: V. Meisalo (toim.), *Aineenopettajankoulutuksen vaihtoehdot ja tutkimus 2002* (s. 404–420). Ainedidaktiikan symposiumi 1.2.2002. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. Tutkimuksia 241.
- Sahlberg, P., Meisalo, V., Lavonen, J., & Kolari, M. (1994). *Luova ongelmanratkaisu koulussa*. 2.painos. Helsinki: Painatuskeskus.
- Salmivirta, S., Lakkala, M., & Ilomäki, L. (2010). *Kasvupaikkatekijöiden tutkimus: Tutkivaa oppimista verkko-oppimisympäristön avulla*. Viitattu 23.4.2017. FICTUP (Fostering ICT Usages in pedagogical Practices) EU-projektin hankekuvaus. [https://tuhat.helsinki.fi/portal/fi/publications/kasvupaikkatekijoei\(d2e2c2e8-d8f4-4ddc-830b-b63913779412\).html](https://tuhat.helsinki.fi/portal/fi/publications/kasvupaikkatekijoei(d2e2c2e8-d8f4-4ddc-830b-b63913779412).html).
- Salmivirta, S. (2016). Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena alakoulun tiedeopetuksessa. Teoksessa J. Viteli & A. Östman (toim.), *Tuovi 14: Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa 2016-konferenssin tutkijatapaamisen artikkelit* (s. 33-38). <https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/100124/978-952-03-0307-5.pdf?sequence=4>.
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). Design-based research methods for studying learning in context: Introduction. *The Journal of the Learning Sciences*, 39(4), 199-201.
- Scardamalia, M. (2002). *Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge*. Teoksessa B. Smith (toim.), *Liberal education in a knowledge society* (s. 67-98). Chicago: Open Court.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer Support for Knowledge-Building Communities. *Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265-283.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge Building. Teoksessa *Encyclopedia of Education*. 2nd ed. (s. 1370-1373). New York: Macmillan Reference.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge Building: Theory, Pedagogy, and Technology. Teoksessa R. K. Sawyer (toim.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (s. 97-118). New York: Cambridge University Press.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2010). A Brief History of Knowledge Building. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 36(1), 16.
- Scardamalia, M., Bransford, J., Kozma, B. & Quellmalz, E. (2012). New Assessments and Environments for Knowledge Building. Teoksessa P. Griffin, B. McGaw & E. Care (toim.), *Assessment and*



- Teaching of 21st Century Skills* (s. 231-309). New York: Springer.
- Seitamaa-Hakkarainen, P., Lahti, H., & Hakkarainen, K. (2005). Three design experiments for computer-supported collaborative design. *Art, Design & Communication in Higher Education*, 4(2), 101–119.
- Seitamaa-Hakkarainen, P., Viilo, M., & Hakkarainen, K. (2010). Learning by collaborative designing: technology-enhanced knowledge practices. Online: Springer Science+Business Media. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 109–136. doi:10.1007/s10798-008-9066-4.
- Sinha, S., Rogat, T.K., Adams-Wiggins, K.R., & Hmelo-Silver, C. E. (2015). Collaborative group engagement in a computer-supported inquiry learning environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 10, 273-307.
- Stolpe, K., & Frejd, J. (2014). *Peer Collaboration and Conceptual Understanding of Speciation among Primary Pupils*. Viitattu 29.11.2018. Nordic Research Symposium on Science Education (NFSUN) 2014, Helsinki. Inquiry-Based Science Education in Technology-Rich Environments. <http://www.diva-potal.org/smash/get/diva2:854370/SUMMARY01.pdf>
- Songer, N., B., Hee-Sun, L., & McDonald, S. (2003). Research Towards an Expanded Understanding of Inquiry Science Beyond One Idealized Standard. *Science Education*, 87(4), 490 – 516.
- Stough, L. M. (2001). *Using Stimulated Recall in Classroom Observation and Professional Development*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. Seattle, WA, April 10-14, 2001.
- Säljö, R. (2000). *Oppimiskäytännöt. Sosiokulttuurinen näkökulma*. WSOY. Helsinki.
- Tanhua-Piironen, E., Kaarakainen, S.-S., Kaarakainen, M.-T., Viteli, J., Syvänen, A. & Kivinen, A. (2019). *Digiajan peruskoulu*. Viitattu 20.7.2019. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 6/2019. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-634-8>
- Tarchi, C., Chuy, M., Donohue, Z., Stephenson, C., Messina, R. & Scardamalia, M. (2013). Knowledge Building and Knowledge Forum: Getting Started With Pedagogy and Technology. *Learning Landscapes*, 6(2), 385-407.
- Tenno, T. (2011) Surffaajat ja syventyjät: verkko-oppimisympäristön pedagogisen rakenteen ja opiskelijoiden toimintaorientaatioiden

- tarkastelua. Akateeminen väitöskirja. Lapin yliopisto. Kasvatus-tieteiden tiedekunta. Acta electronica Universitatis Lapponiensis 71.
- Timmermans, S., & Tavory, I. (2012). Theory construction in qualitative research: From grounded theory to abductive analysis. *Sociological Theory* 30(3), 167-186.
- Toikkanen, T. (2012). Sosiaalinen media ja oppimisen uudet mahdollisuudet. Teoksessa: L. Ilomäki (toim.), *Laatua E-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa* (s. 25-32). OPH oppaat ja käsikirjat. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy. [www.oph.fi/julkaisut](http://www.oph.fi/julkaisut).
- Toom, A., (2006). *Tacit pedagogical Knowing At the Core of Teacher's Professionalism*. Research report 276. University of Helsinki. Faculty of Behavioral Sciences. Department of Applied Sciences of Education. Helsinki: Yliopistopaino.
- Torn, E. (2006). *Miten opetan kemiaa alaluokille?* Porvoo: WSOY.
- Traxler, J. (2005). *Defining Mobile Learning*. Proceedings IADIS International Conference Mobile Learning 2005, Malta, 261-266. Viitattu 14.1.2018. [https://www.researchgate.net/profile/John\\_Traxler/publication/228637407\\_Defining\\_mobile\\_learning/links/0deec51c8a2b531259000000/Defining-mobile-learning.pdf](https://www.researchgate.net/profile/John_Traxler/publication/228637407_Defining_mobile_learning/links/0deec51c8a2b531259000000/Defining-mobile-learning.pdf).
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21<sup>st</sup> Century Skills – Learning for Life in our Times*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi*. 10. Uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi*. Uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Tynjälä, P. (2002). *Oppiminen tiedon rakentamisena. Konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita*. Helsinki: Tammi.
- UNESCO (2013). *Toward Universal Learning. What Every Child Should Learn*. Viitattu 3.8.2018. <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002252/225210e.pdf>
- Vesterinen, O., Toom, A., & Patrikainen, S. (2010). The stimulated recall method and ICTs in research on the reasoning of teachers. *International Journal of Research & Method in Education*, 33(2), 183-197.
- Vesterinen, V-M., & Aksela, M. (2013). Opetuksellinen kehittämistutkimus väitöskirjatutkimuksen lähestymistapana. Teoksessa J. Perna (toim.), *Kehittämistutkimus opetuslalla* (s. 201-222). Juva: PS-kustannus.

- Viilo, M., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2012). Infra-structures for technology-supported collective inquiry learning in science. Teoksessa K. Littleton, E. Scanlon & M. Sharples (toim.), *Orchestrating inquiry learning* (s. 128-145). New York: Routledge.
- Viilo, M., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2018). Long-term teacher orchestration of technology-mediated collaborative inquiry. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 62(3), 407-432.
- Viiri, J. (2005). *Miten opetan fysiikkaa ja kemiaa alakoulussa?* Helsinki: WSOY.
- Voogt, J., & Pareja Roblin, N. (2010). *21st Century Skills. Discussion paper*. University of Twente. Faculty of Behavioural Sciences. Department of Curriculum Design and Educational Innovation.
- Vuopala, E. (2013). *Onnistuneen yhteisöllisen verkko-oppimisen edellytykset: näkökulmina yliopisto-opiskelijoiden kokemukset ja verkko-vaikutus*. Akateeminen väitöskirja. E 133. Oulun yliopisto. Kasvatustieteen tiedekunta. Tampere: Juvenes Print.
- Vygotski, L., S. (1982) *Ajattelu ja kieli*. Espoo: Weilin+Göös.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23.
- Winne, P. H., Hadwin, A. F. & Perry, N. E. (2013) Metacognition and Computer-Supported Collaborative Learning. Teoksessa C. E. Hmelo-Silver, C. A. Chinn, C. K. K. Chan & A. M. O'Donnell (toim.), *International Handbook of Collaborative Learning* (s. 462-479.) New York: Routledge.
- Winter, J. W. (2018) Analysis of knowledge construction during group space activities in a flipped learning course. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(6), 720-730.
- Virtanen, A., Harju, V., Heikkinen, H. L. T., Pehkonen, L., Virolainen, M. & Tynjälä, P. (2019). Työ, oppiminen ja digitalisaatio: tutkimus kehittämistyön tukena. Teoksessa H. Kotila & L. Vanhanen-Nuutinen, Liisa (toim.), *Työn ja oppimisen liitto: Toteemi-hankkeen uusia innovaatiota* (s. 104-110). Viitattu 10.3.2020. Haaga-Helium julkaisut, 8/2019. Espoo: Haaga-Helium ammattikorkeakoulu. [https://www.haaga-helium.fi/sites/default/files/Kuvat-ja-liitteet/Tutkimus-jakehittaminen/julkaisut/hh\\_toteemi\\_web.pdf](https://www.haaga-helium.fi/sites/default/files/Kuvat-ja-liitteet/Tutkimus-jakehittaminen/julkaisut/hh_toteemi_web.pdf)
- Woo, Y., & Reeves, T., C. (2007). Meaningful interaction in web-based learning: A social constructivist interpretation. *Internet and Higher Education*, 10, 15–25.

Yleisradio. Opetusvideot: *Atomin rakenne ja varaukset, Sähkövirta – mitä se on? Virtapiirin kytkeminen, Jännite, Luontoluuppi kalkkikivikaivoksella*. [www.yle.fi/aihe/oppiminen](http://www.yle.fi/aihe/oppiminen).

Zhang, J., Scardamalia, M., Reeve, R., & Messina, R. (2009). Designs for collective cognitive responsibility in knowledge building communities. *Journal of the Learning Sciences*, 18(1), 7–44.

## Liitteet

### LIITE 1

Puolistrukturoitu haastattelu eli teemahaastattelu oppilasryhmille Stimulated Recall - menetelmällä ensimmäisen oppimisprojektin ja tutkimussyklin jälkeen.

#### I. Tutkimusongelmat

1. Millaisia oppimisen piirteitä esiintyy oppilaiden kokemana opiskeltaessa luonnontieteitä mobiilin teknologian tukemassa tutkivan oppimisen mukaisesti järjestetyssä oppimisympäristössä?
2. Millainen pedagogiikka edistää luonnontieteellisten työtapojen oppimista mobiilin teknologian tukemassa tutkivan oppimisen oppimisympäristössä?

#### II. Ilmiöiden pääteemat

- A. Opiskelu tutkivan oppimisen kontekstissa
- B. Mobiiliteknologian mahdollisuuksien hyödyntäminen

#### III. Alateemat tutkimuskysymyksistä

##### A

Kysymysten tekeminen  
Lähteiden käyttäminen  
Tiedonrakentelu  
Yhteisöllinen ongelmanratkaisu  
Jaettu asiantuntijuus  
Argumentoinnin käyttäminen  
Aktiivisuus työskentelyssä

##### B

Opiskelun välineenä  
Mediaelementtien käyttäminen raporteissa  
Taulutietokoneen sovelluskäyttö  
Taulutietokoneen edut

#### IV. Kysymykset

##### A

##### **Lähteiden käyttäminen**

Mitä tietolähteitä käytitte?

Miten käytitte tablettia tiedonhankinnan dokumentoinnin ja raportoinnin välineenä? (esim. kuvaamisessa, äänittämisessä, kirjoittamisessa, mittaamisessa tms.)

##### **Ongelmanratkaisu tutkivan oppimisen prosessin vaiheissa**

Miten ratkaisitte teille eteen tulleita pulmia yhteisessä työskentelyssä?

a. yhteisen näkemyksen löytämisessä? b. tietolähteen löytämisessä? c. tuotoksen tekemisessä?

Millaisia keinoja käytitte pulmien ratkaisuun? (samaa kuin edellä)

Kuvailkaa ajatuksianne ja työskentelyänne kun etsitte ratkaisuja eteen tulleisiin pulmiin.

##### **Argumentoinnin käyttö tiedonrakentelukeskusteluissa**

Miten perustelitte näkemyksiänne yhteisissä tiedonrakentelukeskusteluissa?

a. koko luokan sähköisessä tiedonrakentelussa b. ryhmän sisäisessä suullisissa keskusteluissa?

##### **Argumentoinnin käyttö lopputuotoksissa**

Kirjoititteko tietolähteet näkyviin?

Käytittekö jokin keksijän tai kirjoittajan nimeä työnne perusteluissa?

Käytittekö jotakin fysiikan lakia perusteluissanne?

##### **Tiedonrakentelu ja kysymysten tekeminen**

Käytettiinkö tutkivan oppimisen työssä sähköistä tiedonrakentelua?

Käytittekö ryhmän sisällä sähköistä tiedonrakentelukeskustelua?

Käytittekö jotain muuta apukeinoja iPadilla tiedon jäsentelyssä? Mitä?

Käytittekö jossain vaiheessa itsearviointia siitä mitä ja kuinka hyvin olette vastanneet tutkimuskysymykseen? ts. saavutetun tietämykseen itsearviointia

Teittekö syveneviä kysymyksiä/uusia kysymyksiä opiskelun aikana, että olisitte pystyneet vastamaan kysymykseen paremmin? Kirjattiinko kysymykset sähköiseen oppimisympäristöön tai iPadille?

Mitä etuja liikuteltavasta taulutietokoneesta oli tiedonhaussa?

##### **Jaettu asiantuntijuus**

Millä tavoin jaoitte omaa tietämystänne projektin aikana?

Kävittekö verkkokeskusteluja aiheesta muiden ryhmien kanssa?

Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa  
oppimisympäristössä

Mitä etuja liikuteltavasta taulutietokoneesta oli yhteistyön ja jaetun asiantuntijuuden kannalta?

Käytittekö toisen oppilaan esittämää tietoa omassa työssänne?

Miten julkaisitte keräämääne tietoa?

### **Aktiivisuus työskentelyssä**

Kysyittekö apua muilta sähköisessä oppimisympäristössä?

Miten käytitte opettajan Fronteriin rakentamaa ympäristöä työskentelyssä?

Missä asioissa ryhmänne onnistui hyvin yhteisen työskentelyn aikana?

## **B**

### **Opiskelun välineenä**

Miten taulutietokoneella työskentely tutkivan oppimisen työskentelyssä on eronnut pöytäkoneella työskentelystä?

### **Mediaelementit tuotoksissa**

Millaisia mediaelementtejä lopputuotoksessanne on?

Miksi valitsitte juuri nämä elementit tuotokseenne?

### **Taulutietokoneen sovelluskäyttö**

Mitä iPadin sisäisiä työkaluja tai ohjelmia käytitte?

### **Taulutietokoneen tuomat edut**

Mitä etuja liikutettavalla laitteella on?

### **Lisäkysymyksiä:**

Miten arvioisitte ryhmänne tuottamaa tietoa ja tuotoksia tähän mennessä?

## **LIITE 2**

Puolistrukturoitu haastattelu eli teemahaastattelu oppilasryhmille Stimulated Recall -menetelmällä toisen oppimisprojektin ja tutkimussyklin jälkeen.

### **II. Ilmiöiden pääteemat**

#### **A. Opiskelu tutkivan oppimisen kontekstissa**

#### **B. Mobiiliteknologian mahdollisuuksien hyödyntäminen**

##### **A**

##### **Kysymysten tekeminen**

Miten kysymykset syntyivät, miten te niitä teitte? (Stimulanttina videoklippi opilaiden omasta tuntitilanteesta)

##### **Lähteiden käyttäminen**

Mitä tietolähteitä käytitte? Miksi?

Hylkäsittekö joitakin löytämienne lähteitä? Miksi?

Miten käytitte tablettia tiedonkeruuseen? (esim. kuvaamisessa, äänittämisessä, kirjoittamisessa, mittaamisessa tms.)

##### **Tiedonrakentelu**

Miten käytitte tutkivan oppimisen työssä sähköistä tiedonrakentelua?

Millä tavoin jaoitte omaa tietämystänne projektin aikana ryhmän jäsenten kesken?

##### **Yhteisöllinen ongelmanratkaisu**

Oliko liikuteltavasta tabletista hyötyä yhteistyön tekemisen kannalta? Millaisia?

Kuvailkaa yhteistyötä muiden kanssa ensimmäisen ja toisen oppimisprojektin välillä. Millaista se oli? Mitä eroja niissä on, miksi?

Millaisia työskentelyjärjestelyitä teitte ryhmän sisällä? Sovitteko miten työskennellään?

##### **Jaettu asiantuntijuus**

Millä tavoin jaoitte omaa tietämystänne projektin aikana?

Miten julkaisitte keräämäännne tietoa?

##### **Argumentoinnin käyttäminen**

Miten perustelitte näkemyksiänne yhteisissä tiedonrakentelukeskusteluissa?

a. koko luokan sähköisessä tiedonrakentelussa b. ryhmän sisäisessä suullisissa keskusteluissa?

##### **Aktiivisuus työskentelyssä**

Missä asioissa ryhmänne onnistui hyvin yhteisen työskentelyn aikana?

Miten Fronter-ympäristö vaikutti työskentelyynne 1. ja 2. oppimisprojektissa?



## B

### **Opiskelun välineenä**

Miten käytitte tablettia jonkin ongelman ratkaisussa?

Onko työskentelyssä ollut jotain oleellisia eroja ensimmäisen ja toisen oppimis-projektin välillä?

Miten tabletin käyttö auttoi oppimisessa? Miksi ajattelet niin?

Miten taulutietokoneella työskentely tutkivan oppimisen työskentelyssä on eronnut pöytäkoneella työskentelystä?

### **Mediaelementtien käyttäminen raporteissa**

Miksi valitsitte juuri nämä elementit tuotokseenne?

Mikä käsitys teillä on siitä, ovatko tabletilla toteutetut tutkivan oppimisen projektiyöt monipuolisempia kuin pöytäkoneilla tehdyt?

### **Taulutietokoneen sovelluskäyttö**

Mitä tabletin sisäisiä työkaluja tai ohjelmia käytitte?

### **Taulutietokoneen edut**

Mitä etuja liikuteltavasta taulutietokoneesta oli tiedonhaussa?

Onko niissä mielestänne eroja? Jos on, niin mitä?

Onko tabletilla työskentely on ollut joustavampaa tutkivan oppimisen kannalta kuin pöytäkoneella työskentely? Jos on, millä tavoin?

Miten liikuteltava tabletti on auttanut ryhmäännne tuottamaan tietoa ja tuotoksia?

Lisäksi:

Miten arvioisitte tablettien tuomaa hyötyä tutkivan oppimisen työskentelyssä?

Mikä oli tärkein ja mieleen painunein oppimanne asia? Miksi?

Mitä jätitte kaipaamaan työskentelyynne? Miksi?

Mitä tekisitte toisin seuraavalla kerralla? Miten kehittäisitte projektityöskentelyä? Miksi?

### LIITE 3

Puolistrukturoitu haastattelu eli teemahaastattelu opettajalle Stimulated Recall -menetelmällä ensimmäisen kehittämissyklin jälkeen.

#### I. Pääteemat

- A. Tutkivan oppimisen soveltamisen kehittäminen
- B. Oppilaiden ohjaaminen
- C. Verkkoympäristön kehitystyö

#### II. Alateemat

##### A

Tutkivan oppimisen näkökulma

Mobiilin laitteen näkökulma

##### B

Oppilasryhmien dynamiikka

Käytettävissä olevat resurssit

Puhestrategioiden käytön ohjaaminen

##### C

Verkkoympäristön tuki

Tutkiva oppiminen verkkoympäristössä

#### III. Kysymykset

##### A

###### **Tutkivan oppimisen näkökulma**

Mitä kokemuksia tutkivan oppimisen soveltamisesta miellä nyt on tästä ensimmäisestä syklistä, ihan kaikki kokemukset vain?

###### **Mobiilin laitteen näkökulma**

Mitä voisimme designata tässä laitteen käytössä?

##### B

###### **Oppilasryhmien dynamiikka**

Mitä sanot työskentelystä, jos parilla olisi vain yksi kone? Mitä luulisit, että tapahtuu?

Mitä mieltä sitten olet tästä oppilasryhmien koosta, kun jäseniä oli kolme?

Jos mietimme hypoteettisesti seuraavaa sykliä, työskentelevätkö oppilaat yksin vai parina se seuraavassa projektissa?

###### **Käytettävissä olevat resurssit**

Onko sinulle tullut asioita mieleen, kun seuraavan kerran teemme tätä, että

Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa  
oppimisympäristössä

tuon voisi tehdä toisin esim. työjärjestykseen liittyvän asian tai ohjeisiin liittyvän asian.

Mitä voisimme kehittää ohjauksellisena asiana?

**Puhestrategioiden käytön ohjaaminen**

Miten tutkivan puheen mahdollisuus saataisiin työskentelyn aikana esiin?

**C**

**Verkkoympäristön tuki**

Miten Fronter oppimisympäristönä mielestäsi toimii tutkivan oppimisen työskentelyssä?

**Tutkivan oppiminen verkkoympäristössä**

Miten me voisimme kehittää verkkoympäristöä tutkivan oppimisen kannalta?

Lisäksi: Mitä ajattelet seuraavasta oppimisen aihealueesta seuraavaan kehittämissykliin?

#### **LIITE 4**

Puolistrukturoitu haastattelu eli teemahaastattelu opettajalle Stimulated Recall -menetelmällä toisen kehittämissyklin jälkeen.

### **I. Pääteemat**

- A. Kehittämistehtävän mukaiset kohdat
- B. Oppilaiden ohjaaminen
- C. Oppimisprojektin kehitystyö
- D. Kokemukset

### **II. Alateemat**

#### **A**

Mobiilin laitteen käyttöön liittyvä kehittäminen  
Mobiililaitteen käyttö tutkivan oppimisen tukena  
Tutkivan oppimisen jonkin osa-alueen kehittäminen

#### **B**

Oppilasryhmien dynamiikka  
Muutokset kehittämissykliden välillä  
Sähköisen oppimisympäristön tuki

#### **C**

Sähköisen oppimisympäristön tuki  
Tutkivan oppimisen näkökulma  
Tutkiva ja kumuloituva puhe oppimisprojektissa

#### **D**

Jatkokehittämiskohteet oppimisprojekteissa  
Oppimisprojektien kokonaiskokemukset

### **III. Kysymykset**

#### **A**

#### **Mobiilin laitteen käyttöön liittyvä kehittäminen**

Miten Mobiilin laitteen käytön designaaminen mielestäsi kehitti toisen syklin työskentelyä?

Mitä tapahtui tästä näkökulmasta?

#### **Mobiililaitteen käyttö tutkivan oppimisen tukena**

Mitä mahdollisuuksia paljastui?

#### **Tutkivan oppimisen kysymisen osa-alueen kehittäminen**

Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa  
oppimisympäristössä

Miten kysymysten käytön designaaminen enemmän tutkivan oppimisen  
tukena kehitti toisen syklin työskentelyä?

Miten saadaan aiheen ankkuroiminen siten, että kysymykset paranevat?  
Design siis koetun ja teorian pohjalta.

## **B**

### **Oppilasryhmien dynamiikka**

Miten ohjaus sujui toisessa projektissa verrattuna ensimmäiseen?

### **Muutokset kehittämissykliden välillä**

Miten ryhmäkoko muutti työskentelyä toisessa projektissa? Erot 1. ja 2.  
välillä?

### **Sähköisen oppimisympäristön tuki**

Miten sähköinen ympäristö tuki työskentelyä?

Entä muu oppimisympäristö?

## **C**

### **Sähköisen oppimisympäristön tuki**

Miten Fronter tuki työskentelyä?

Mikä on työtavan ja mobiilin oppimisympäristön kombinaation tuoma li-  
sääarvo?

Kuvaa em. oppimisympäristöä FyKen oppimisen kannalta.

### **Tutkivan oppimisen näkökulma**

Mitä etuja opettajan näkökulmasta on tablet-laitteella tutkivan oppi-  
men työskentelyssä?

Miten työskentely tutkivan oppimisen kontekstissa tablet-laitteilla peda-  
gogisesti sinusta onnistuu? Mikä siinä on keskeistä?

### **Tutkiva ja kumuloituva puhe oppimisprojektissa**

Havaitsitko tutkivaa tai kumuloituvaa puhetta toisen syklin aikana oppi-  
laiden keskusteluissa?

## **D**

### **Jatkokehittämiskohteet oppimisprojekteissa**

Mitä haasteita edelleen jäi kehitettäväksi?

### **Oppimisprojektien kokonaiskokemukset**

Loppukokemukset näistä kokonaisuuksista?

Miten oppilaat reagoivat sinulle projekteista?

**LIITE 5**

Taulukko 5.1 (Taulukko 35.) Verkkokeskusteluihin lähetetyt kontekstikeskustelun ja tutkimuskysymysviestit

Havaitut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
Kontekstikeskusteluviestit	16	13	29
Tutkimuskysymysviestit	34	70	104
Yhteensä	50	83	133

Odotetut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
Kontekstikeskusteluviestit	10,9	18,1	29
Tutkimuskysymysviestit	39,1	64,9	104
Yhteensä	50	83	133

$\chi^2 =$	4,88	(khiin neliö)
df =	1	(vapausasteluku)
p =	0,027	

Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa  
oppimisympäristössä

Taulukko 5.2. (Taulukko 36.) Raporteissa selvitettyt kysymykset ja käytetyt mediaelementit

Havaitut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
Selvitetyt kysymykset	48	62	110
Mediaelementit	15	27	42
Yhteensä	63	89	152

Odotetut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
Selvitetyt kysymykset	45,6	64,4	110
Mediaelementit	17,4	24,6	42
Yhteensä	63	89	152

$\chi^2 =$	0,79	(khiin neliö)
df =	1	(vapausasteluku)
p =	0,375	

Taulukko 5.3. (Taulukko 37.) Oppimisen piirteitä edustavien analyysiluokkien esiintyminen ryhmien haastatteluissa.

Havaitut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
aktiivisuus	25	62	87
intentionaalisuus	31	46	77
konstruktivisuus	30	42	72
kontekstuaalisuus	6	22	28
reflektiivisyys	34	64	98
siirtovaikutus	7	8	15
yhteistoiminnallisuus	38	55	93
Yhteensä	171	299	470

Odotetut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
aktiivisuus	31,7	55,3	87
intentionaalisuus	28,0	49,0	77
konstruktivisuus	26,2	45,8	72
kontekstuaalisuus	10,2	17,8	28
reflektiivisyys	35,7	62,3	98
siirtovaikutus	5,5	9,5	15
yhteistoiminnallisuus	33,8	59,2	93
Yhteensä	171	299	470

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 7,88 \\ df &= 6 \\ p &= 0,247 \end{aligned}$$



Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa  
oppimisympäristössä

Taulukko 5.4 (Taulukko 38.) Tutkivan oppimisen taitoja edustavien analyysiluokkien esiintyminen ryhmien haastatteluissa.

Havaitut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
argumentointi	4	7	11
kirjoittaminen, jäsentäminen	14	55	69
kysyminen	12	18	30
lähteiden käyttäminen	36	30	66
tiedonjakaminen	16	29	45
yhteistyö	28	39	67
Yhteensä	110	178	288

Odotetut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
argumentointi	4,2	6,8	11
kirjoittaminen, jäsentäminen	26,4	42,6	69
kysyminen	11,5	18,5	30
lähteiden käyttäminen	25,2	40,8	66
tiedonjakaminen	17,2	27,8	45
yhteistyö	25,6	41,4	67
Yhteensä	110	178	288

$\chi^2 =$	17,40
df =	5
p =	0,004

Taulukko 5.5. (Taulukko 39.) Mobiilin teknologian tuomien etuja kuvaavien analyysiluokkien esiintyminen oppilasryhmien haastatteluissa.

Havaitut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
Motivoivuus	19	26	45
Nopeus, Liikuteltavuus, Kätevyys	21	57	78
Opiskelun helpottaminen	27	50	77
Oppilas subjektina	15	24	39
Oppimisympäristön joustavuus	19	46	65
Yhteensä	101	203	304

Odotetut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
Motivoivuus	15,0	30,0	45
Nopeus, Liikuteltavuus, Kätevyys	25,9	52,1	78
Opiskelun helpottaminen	25,6	51,4	77
Oppilas subjektina	13,0	26,0	39
Oppimisympäristön joustavuus	21,6	43,4	65
Yhteensä	101	203	304

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 4,11 \\ df &= 4 \\ p &= 0,392 \end{aligned}$$

Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa  
oppimisympäristössä

Taulukko 5.6 (Taulukko 40.) Oppilaiden haasteita edustavien analyysiluokkien esiintyminen ryhmien haastatteluissa.

Havaitut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
puute käyttötaidossa	5	8	13
oman toiminnan ohjaus	9	3	12
tiedon löytämisen vaikeus	8	3	11
ohjelmistopuutokset	4	15	19
Yhteensä	26	29	55

Odotetut lukumäärät			
	Ensimmäinen kehittämissykli (5 ryhmää, n = 14)	Toinen kehittämissykli (7 ryhmää, n = 15)	Yhteensä
puute käyttötaidossa	6,1	6,9	13
oman toiminnan ohjaus	5,7	6,3	12
tiedon löytämisen vaikeus	5,2	5,8	11
ohjelmistopuutokset	9,0	10,0	19
Yhteensä	26	29	55

$\chi^2 =$	12,21
df =	3
p =	0,007

7.12.2012

## **Lupa tutkimusaineiston keräämiseen ja videointiin**

Hyvät vanhemmat,

Lähestyn teitä ystävällisesti aiheella, joka koskee tohtorin tutkinnon jatko-opintojani Helsingin yliopiston kasvatustieteen laitoksella. Tutkimukseni on meille ajankohtainen koulumme pedagogisen kehittämishankkeen kannalta. Se käsittelee mobiilien laitteiden käyttöä tutkivan oppimisen mukaisessa oppimisympäristössä luonnontieteiden opetuksessa.

Olen saanut tutkimusluvan Opetusvirastosta ja koulumme rehtori suhtautuu positiivisesti hankkeeseen.

Olen nyt kokoamassa tutkimusaineistoa, joka kerätään kolmella tavalla: käyttämällä sähköiseen oppimisympäristöön tallentuvaa dataa, pitämällä pienryhmille puolistrukturoitu teemahaastattelu stimulated recall-menetelmällä, joka äänitetään ja kuvaamalla oppitunteja. Videointi ei katkaise normaalia opetustyötä; sen tavoitteena on vain tallentaa sitä, mitä luokassa tavallisen oppitunnin aikana tapahtuu, jolloin oppilaita kuvataan vain ryhmänä. Aineiston keräämiseen liittyvät opetuskokonaisuudet haastatteluineen toteutetaan kevätlukukaudella 2013.

Oppilaiden yksilönsuojan varmistamiseksi tullaan videoita-ville tunneille osallistuvien oppilaiden, opettajan ja tutkimuskoulun nimi muuttamaan tutkimusraportissa. Nauhoja ja muuta aineistoa tullaan käyttämään vain tutkimustarkoitukseen.

Jotta tutkimuksen myötä tallentuva kuva opetustilanteesta olisi mahdollisimman todenmukainen, olisi tärkeää, että kaikki luokan oppilaat voisivat osallistua tutkimukseen. Suomessa on tehty tämäntyyppistä tutkimusta vähän.

Opintojani ohjaavat Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitoksen johtaja, fysiikan ja kemian didaktiikan professori Jari Lavonen sekä tutkija, FT Minna Lakkala käyttäytymistieteen laitokselta verkko-oppimisen ja tiedonrakentelun tutkimuskeskuksesta. Minna kuvasi ja tutki luokkaamme Fictup-hankkeessa.

Tutkiva oppiminen luonnontieteellisen opetuksen tukena mobiilissa  
oppimisympäristössä

Allekirjoittamalla tämän asiakirjan voitte ilmaista suostumuksenne tutkimusaineiston hankkimiseen sekä antaa luvan esitellä osia aineistosta esimerkkimateriaalina tieteellisissä konferensseissa ja seminaareissa. Tämä lupa on voimassa vain omaa tutkimustani varten. Pyydän ystävällisesti teitä palauttamaan allekirjoitetun suostumuksen \_\_\_\_\_ mennessä.

Ystävällisin terveisin,  
Seppo Salmivirta  
[seppo.salmivirta@edu.hel.fi](mailto:seppo.salmivirta@edu.hel.fi)

---

Annan suostumukseni tutkimusainieston keräämiseen ja käyttöön.

Paikka ja aika \_\_\_\_\_

---

Huoltajan allekirjoitus

---

Nimen selvennys